



**Tielaitos**

# **Selvitys nopeusrajoitusten määrittämisestä ja vaikutuksista**

**Tielaitoksen  
selvityksiä**

**13/1991**

**Helsinki 1991**

**Tiehallitus**

Tielaitoksen selvityksiä  
13/1991

**Selvitys nopeusrajoitusten  
määrittämisestä ja vaikutuksista**

**Tielaitos**  
Tiehallitus, tutkimuskeskus

Helsinki 1991

Raportin tuotanto  
*Matti Roine*, teksti ja kuvat

ISBN 951-47-4361-X  
ISSN 0788-3722  
TIEL 3200011  
Valtion painatuskeskus  
Pasilan VALTIMO  
Helsinki 1991

Julkaisua myy  
Tiehallitus, painotuotevarasto

**Tielaitos**  
Tiehallitus  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 1541

Asiasanat liikenneturvallisuus, nopeusrajoitukset, vaikutukset

## TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä käsitellään nopeusrajoitusten määrittämistä eri maissa ja rajoitusten vaikutuksesta saatuja kokemuksia. Aineistona on käytetty erityisesti suomalaisia ja pohjoismaisia tutkimuksia. Mukaan on koottu lisäksi uusimpia tutkimustietoja muualta Euroopasta ja USA:sta.

Nopeusrajoitusjärjestelmän yleiset periaatteet ja rakenne ovat pohjoismaissa melko samankaltaiset. Rajoitusten yksityiskohtaisemmassa määrittämisessä on sen sijaan jossain määrin eroa. Suomessa ja Ruotsissa painotetaan päteillä tien geometrian ja onnettomuuskehityksen vaikutusta sekä tie- ja liikenneolojen vaihtelun huomioon ottamista. Molemmissa maissa on viime vuosina käytetty osalla tieverkkoa vuodenajan mukaan muutettavia nopeusrajoituksia.

Norjan ja Tanskan nopeusrajoitusten pohjana ovat olleet yleiset nopeusrajoitukset. Turvallisuuden parantamiseksi on Norjassa lisätty yleisrajoitusta alempia nopeusrajoituksia sekä taajamissa että niiden ulkopuolella. Tanskassa on alennettu myös yleisen nopeusrajoituksen tasoa taajamissa. Nopeusrajoitusjärjestelmän uudistaminen on parhaillaan vireillä Ruotsissa.

Nopeusrajoitusten oikeaa tasoa voidaan hakea eri tavoilla. Viime aikoina on kiinnitetty huomiota rajoitusjärjestelmien taloudellisiin vaikutuksiin ja arvioitu niiden liikennekustannuksiin kohdistuvia vaikutuksia. Nopeampi liikenne vähentää liikenteen aikakustannuksia, mutta lisää usein samalla onnettomuuskustannuksia ja myös ympäristöhaittoja. Taloudellisessa mielessä voidaan joko pyrkiä liikennekustannusten minimiin tai kustannusten tasaamiseen eri tieryhmissä. Perusteellisia tarkasteluja ei kustannuskomponenttien uusimilla arvoilla ole Suomen osalta tehty. Aikaisempien tarkastelujen mukaan nopeusrajoitukset olivat minimikustannustavoitteen mukaan keskimäärin liian korkeita sekä Ruotsissa että Suomessa. Nopeusrajoitusten tason keskinäisessä vertailussa ovat Suomen nopeusrajoitukset olleet korkeampia.

Tutkimusten mukaan nopeusrajoituksilla voidaan vaikuttaa liikenneturvallisuuteen. Pohjoismaissa nopeusrajoituksista saatu hyöty näkyykin ensisijaisesti turvallisuuden paranemisena. Vaikutukset ovat olleet täysin yhdensuuntaisia. Alentamalla liikenteen nopeutta on vähennetty onnettomuuksien määrää ja erityisesti liikenneonnettomuuksissa kuolleiden ja loukkaantuneiden määrää.

Autokanta on uusiutunut sekä kasvanut nopeasti viime vuosina. Ajoneuvojen nopeudet ovat myös vuosien mittaan kasvaneet ja rajoitusten noudattaminen ei ainakaan ole parantunut. Yhteiskunnassa tapahtunut muu kehitys yhdessä liikenteessä tapahtuneiden muutosten kanssa on johtanut siihen, että onnettomuuksien määrä on ollut kasvussa. Tieoloihin tehdyt parannukset eivät ole riittäneet estämään tätä kehitystä. Jotta yhteiskunnan odotukset turvallisesta ja taloudellisesta liikenteestä sekä miellyttävästä elinympäristöstä voitaisiin täyttää, tulee nopeusrajoitusten kehittäminen olemaan tulevaisuudessa edelleen esillä yhtenä tehokkaasti vaikuttavana keinona.



## ALKUSANAT

Tiekohtaisten nopeusrajoitusten kokeilu ajoittui Suomessa 1970-luvulle, jolloin myös tutkittiin laajasti nopeusrajoitusten vaikutuksia liikenteeseen, erityisesti nopeuksia ja liikenneturvallisuutta. Nopeusrajoitukset ovat kuitenkin jatkuvasti olleet ajankohtaisia ja selvittelyn kohteena, koska nopeus on tärkeä tekijä myös muissa kuin liikenteen turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä. Toisaalta nopeusrajoituksien merkitys ja käyttö on jälleen ollut paljon esillä, koska liikenneturvallisuus on viime vuosina kehittynyt huonompaan suuntaan onnettomuuksien määrän lisääntyessä.

Tässä selvityksessä on tarkasteltu lähinnä nopeusrajoitusten määrittämistä pohjoismaissa ja uusimpia tutkimustuloksia, jotka liittyvät nopeusrajoituksiin. Mukaan on myös otettu eräitä tutkimustuloksia Euroopasta ja USA:sta. Käytetty kirjallisuusaineisto oli melko laaja ja tähän raporttiin koottiin keskeisimmät tutkimusten tulokset.

Työn tilaajana on ollut tiehallituksen tutkimuskeskus, jossa työtä on valvonut dipl.ins. Juhani Mänttari. Konsulttina on toiminut Viatek Oy, jossa työstä on vastannut dipl.ins. Matti Roine.

*Helsingissä kesäkuussa 1991*

*Apulaisjohtaja  
Tutkimuskeskus*



*K. Härkänen*

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	4
ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	7
2 NOPEUSRAJOITUSTEN MÄÄRITTÄMINEN	8
2.1 Yleistä	8
2.2 Nopeusrajoitusten tavoitteet	8
2.3 Määrittämisperiaatteet	10
2.4 Menetelmät	14
2.4.1 Onnettomuustiheys	14
2.4.2 Onnettomuusaste	16
2.4.3 Liikennetaloudelliset perusteet	18
2.4.4 Nopeusrajoitusten noudattaminen	19
2.4.5 Kokonaisstrategiat	19
3 TUTKIMUSTULOKSIA	22
3.1 Nopeuskäyttäytyminen	22
3.1.1 Yleistä	22
3.1.2 Nopeuskehitys	23
3.1.3 Nopeuskehityksen tausta	25
3.2 Vaikutukset turvallisuuteen, liikenteeseen ja ympäristöön	28
3.2.1 Liikenneturvallisuus	28
3.2.2 Energian kulutus	39
3.2.3 Päästöt ja melu	40
3.3 Onnettomuusaste ja tie- ja liikenneolot	42
3.3.1 Yleistä	42
3.3.2 Ajallinen vaihtelu ja keliolot	42
3.3.3 Tie- ja liikenneolojen vaikutus	43
4 PÄÄTELMIÄ	48
4.1 Nopeusrajoitusten tavoitteet	48
4.2 Nopeusrajoitusten määrittäminen	49
4.3 Vaikutukset	50
KIRJALLISUUSLUETTELO	52

## 1 JOHDANTO

Maamme yleisiä teitä koskeva nopeusrajoitusjärjestelmä suunniteltiin ja toteutettiin 1970-luvulla, jolloin tarvittiin tehokkaita toimenpiteitä huonon liikenneturvallisuustilanteen parantamiseksi. Järjestelmän vakiintumisen jälkeen nopeusrajoitusten yleisiin määrittämisperusteisiin ei ole tehty suuria muutoksia. Itse nopeusrajoitusjärjestelmään on kuitenkin vuosien aikana tehty lukuisia muutoksia ja tarkistuksia olojen muuttumisen vuoksi mm. tienparannusten johdosta ja liikenneonnettomuuksien kehityksen edellyttämiä tarkistuksia.

Nopeusrajoitusjärjestelmän toteuttamisen aikoihin tehtiin laajoja nopeusrajoitusten vaikutuksia selvittäviä tutkimuksia Suomessa ja muissa pohjoismaissa. Myös muualla maailmassa nopeusrajoituksia kokeiltiin ja tutkittiin paljon 1970-luvulla. Koska nopeusrajoitukset rajoittavat yleensä huomattavasti tienkäyttäjien liikkumistapaa, oli nopeusrajoitustutkimusten tehtävänä selvittää, saadaanko rajoituksilla riittävästi hyötyä niiden käytön perustelemiseksi. Keskeisenä tutkittavana kysymyksenä oli, parantavatko nopeusrajoitukset turvallisuutta ja jos parantavat, niin miten suuri vaikutus eri rajoituksilla on turvallisuuteen.

Nopeusrajoituksia koskeneissa tutkimuksissa jouduttiin selvittämään nopeuden ja onnettomuuksien ja onnettomuuksien seurausten välisiä riippuvuuksia. Myöhemmin ns. energiakriisin yhteydessä tutkittiin myös nopeusrajoitusten ja nopeuden vaikutusta liikenteen energiankulutukseen. Viime vuosikymmenellä liikenneturvallisuuden rinnalle nousi muita tärkeitä liikenteeseen liittyviä kysymyksiä ja tutkimuksia suunnattiin myös ympäristöhaittojen selvittämiseen. Vuosikymmenen lopulla nopeuskäyttäytymistä ja liikennevirran ominaisuuksia koskevat tutkimukset ja selvitykset olivat jälleen ajankohtaisia taloudellisuuden tultua tärkeäksi toimintojen perusteeksi liikenteen nopean kasvun jatkuessa.

Nopeusrajoitusjärjestelmän toteuttamisen jälkeen on siten kertynyt paljon uusia käyttökelpoisia tutkimustuloksia, jotka selvittävät nopeuden ja turvallisuuden välistä riippuvuutta, nopeuskäyttäytymistä, turvallisuuden ja tie- ja liikenneolojen välisiä yhteyksiä ja viime aikoina myös nopeusvalvontaa ja sen merkitystä. Nopeusrajoitusjärjestelmiä ja nopeuskysymyksiä on myös tarkasteltu tapahtuneen kehityksen kannalta ja samalla ennakoitu tulevaa kehitystä ja toimenpiteiden tarvetta. Monia nopeusrajoitusjärjestelmän suunnittelun ja toteuttamisen yhteydessä epäselviä kysymyksiä on tutkittu ja selvitetty viime vuosina.

## 2 NOPEUSRAJOITUSTEN MÄÄRITTÄMINEN

### 2.1 Yleistä

Nopeusrajoitusjärjestelmiä kokeiltiin ja tutkittiin pohjoismaissa ja myös muualla maailmassa erityisesti 1970- ja 1980-luvuilla. Nopeusrajoitusten määrittämisperusteiden vakiintumisen jälkeen on monissa maissa kuitenkin tehty useita tutkimuksia, jotka antavat lisätietoja nopeusrajoitusten vaikutuksista ja suunnitteluperiaatteista. Tiehallituksen tutkimuskeskus käynnisti tämän johdosta selvityksen, jossa tavoitteena oli koota tärkeimmät nopeusrajoituksiin liittyvät uusimmat tutkimustulokset. Selvitys antaa tietoja nopeusrajoitusten erilaisista vaikutuksista liikenteeseen ja turvallisuuteen. Yhteenvetoa on tarkoitus käyttää hyväksi myös arvioitaessa, onko nopeusrajoitusjärjestelmän määrittämisperusteisiin tarpeellista tehdä tarkistuksia ja minkälaisia nämä tarkistukset mahdollisesti olisivat.

Yksittäisistä tutkimuksista ei laadittu erillisiä yhteenvetoja, vaan tärkeimmät tutkimustulokset koottiin asiaryhmittäin ja esitetään sisällysluettelon mukaisissa kohdissa.

### 2.2 Nopeusrajoitusten tavoitteet

Tiehallituksen ohjeissa /34/ on esitetty, että nopeusrajoituksilla pyritään säätämään ajoneuvojen liikkumista siten, että turvallista, taloudellista ja joustavaa liikennettä sekä miellyttävää elinympäristöä koskevat yhteiskunnan odotukset täyttyvät mahdollisimman hyvin. Ohjeiden mukaan nopeusrajoituksista päätettäessä tulee pyrkiä:

- onnettomuuksien määrän vähentämiseen ja niiden seurausten vakavuuden lieventämiseen erityisesti siellä, missä onnettomuuksien tiheys on suuri,
- tienkäyttäjän onnettomuusriskin alentamiseen sellaisissa tie- ja liikenneoloissa, joissa riski on suuri,
- riskialttiimpien tienkäyttäjryhmien turvallisuuden ja liikkumisen mahdollisuuksien parantamiseen,
- liikennekustannusten alentamiseen,
- liikenteen sujuvuuden ja välityskyvyn parantamiseen,
- liikenteestä johtuvien haittavaikutusten vähentämiseen ja
- nopeuden valinnan mahdollisuuden säilyttämiseen kohtuullisena pidettävissä rajoissa.

Suomalaisissa tutkimuksissa /mm. 20 ja 47/ on käsitelty nopeusrajoituksille asetettavia tavoitteita ja lähtökohtina taustalla ovat tutkimusten mukaan nopeusrajoitusten vaikutus, arvostukset, mm. rahalliset, alueelliset ja tieluokka-kohtaiset erot ja onnettomuusasteen käyttö kriteerinä. Tavoitteiksi esitettiin /47/:

- nopeusrajoitukset on asetettava siten, että ne vähentävät onnettomuuksia,



- nopeusrajoitukset on asetettava siten, että tieliikenteessä käytetyt nopeudet vastaisivat ajan ja onnettomuuksien yhteiskuntataloudellista arvostusta ja
- nopeusrajoitusten avulla tulisi pyrkiä alentamaan onnettomuusriskiä.

Tutkimuksessa esitetyt tavoitteet, kuten tiehallituksen ohjeetkin, merkitsevät sitä, että rajoituksia asetettaessa myös järjestelmän taloudellisuus otetaan huomioon. Liikennetaloudellisten laskelmien ja niihin sisältyvien arvostusten perusteella voidaan etsiä ne tieluokkakohtaiset onnettomuusasteen optimiarvot, joissa ajokustannukset minimoituvat ja asettaa näin saadut onnettomuusasteet tavoitteellisiksi asteiksi.

Ruotsalaisissa 1970-luvulla tehdyissä tutkimuksissa /28/ esitettiin, että nopeusrajoitusjärjestelmän tavoitteena voisi olla homogeenisten tieryhmien onnettomuus- ja vammautumisasteen tasoittaminen tiekohtaisilla nopeusrajoituksilla tilassa ja ajassa. Tavoite merkitsisi sitä, että onnettomuus- ja vammautumisasteen (loukkaantuneiden määrä/onnettomuuksien määrä) tulisi olla sama kullakin "homogeenisella" tieryhmällä vuoden eri aikoina. Tutkimusten mukaan tavoitteiden tulisi olla tieryhmäkohtaisia, koska mm. tieryhmien standardi, liikennemäärät ja liikenteen koostumus poikkeavat huomattavasti toisistaan.

Nopeusrajoitusten asettamisen keskeisinä tavoitteina ainakin pohjoismaissa on ollut liikenneonnettomuuksien ja polttoaineen kulutuksen vähentäminen. Yhä tärkeämmiksi tavoitteiksi ovat tulleet myös ympäristöhaittojen, kuten melun ja liikenteen päästöjen vähentäminen /11/.

Nopeuksia alentamalla voidaan parantaa liikenneturvallisuutta, mutta samalla saatetaan myös lisätä liikenteen matka-aikoja. Turvallisuus- ja nopeustavoitteet ovat siten yleensä vastakkaisia tavoitteita, eikä tavoiteristiriitää voida välttää. Liikkumisvapauden ja turvallisuuden ongelmasta todettiin Himasen tekemässä kaupunkiliikenteen turvallisuutta koskeneessa tutkimuksessa /18/, että yhteiskunnan säännöksiä noudatetaan yleensä hyvin, jos liikkumisvapautta lisätään niille, joiden turvallisuus on hyvä tai liikkumisvapautta vähennetään niiltä, joiden turvallisuus on huono. Eri tavoitteita joudutaan arvioimaan yhdessä muiden tavoitteiden kanssa ja painottamaan vallitsevien arvostusten mukaisesti yhteisen optimin tai halutun kokonaistilanteen saavuttamiseksi.

Tavoiteristiriitojen johdosta nopeusrajoitusten määrittämisessä on pyritty hyödyntämään taloudellisia optimointiperiaatteita ja rajoitusten tavoitteeksi on esitetty liikennekustannusten minimointia. Periaatteen avulla voidaan löytää rajoitusten taloudellinen optimi, mutta menetelmä ei ratkaise tavoitteiden ja arvostusten ongelmaa, koska laskelmien suorittaminen edellyttää kuitenkin arvostusten hinnoittelua (ajan ja onnettomuuksien arvot). Liikennetaloudellisten tarkastelujen kehittämisessä on viime aikoina lähdetty mm. siitä, että menetelmien tulisi entistä paremmin heijastaa tienkäyttäjien kokemuksia ja perustua maksuhalukkuuteen. Taloudellisuustarkastelu perustuisi tällöin enemmän tienkäyttäjien käyttäytymiseen, painotuksiin ja valintoihin.

## 2.3 Määrittämisperiaatteet

Nopeusrajoitusten määrittämisperusteissa on eroja eri maiden välillä. Pääkriteereinä nopeusrajoitusten asettamisessa ovat yleensä jotkut tai kaikki seuraavista:

- tien geometria tai linjaus,
- onnettomuudet, onnettomuusriski,
- ympäröivä maankäyttö,
- liikennemäärä,
- tien toiminnallinen luokka ja
- tien päällyste.

Nopeusrajoitusten asettaminen perustuu pohjoismaissa /11/ kahteen noudatettuun yleisperiaatteeseen:

- 1) Tienkäyttäjä valitsee itse turvallisen nopeuden ympäristöstä saamansa informaation ja kokemuksensa pohjalta. Nopeusrajoitukset ovat eri tie- ja liikenneympäristöissä maksimirajoituksia, joita ei saa ylittää.
- 2) Rajoituksia on noudatettava, mutta tämän lisäksi rajoitukset osoittavat tienkäyttäjälle tien ominaisuudet ja muuttuvat korkeimman turvallisen ajonopeuden mukaan.

Seuraavassa esitetään aluksi lyhyesti miten yleisten teiden nopeusrajoituksia määritetään Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa ja tämän jälkeen yhteenveto määrittämisperusteisiin liittyvistä uusimmista tutkimustuloksista. Ensimmäistä periaatetta on noudatettu mm. Tanskassa ja Norjassa.

### Suomi

Suomessa nopeusrajoitusten määrittämisestä on olemassa liikenneministeriön yleisohje ja tiehallituksen ohjeet /34/. Tiehallituksen ohjeissa käsitellään yksityiskohtaisesti rajoitusten määrittämistä. Tiekohtaisten nopeusrajoitusten määrittämisessä otetaan huomioon vallitsevat tie- ja liikenneolot, liikenneturvallisuustilanne sekä muina rajoitusarvoon vaikuttavina tekijöinä onnettomuuskehitys, kevyen liikenteen määrät ja olosuhteet, kevyen liikenteen onnettomuudet, tien kunto ja muut paikalliset olosuhteet. Pohjois-Suomen vähäliikenteisillä tieosuuksilla voidaan ohjeiden mukaan rajatapauksissa käyttää korkeampaa rajoitusarvoa.

Nopeusrajoituksen perusarvo riippuu liikenneministeriön ja tiehallituksen ohjeiden mukaan tien päällysteestä, tien leveydestä, liikennemäärästä, ja näkemäprosentista (taulukot 1 ja 2). Perusarvoa tarkistetaan muiden vaikuttavien tekijöiden mukaan. Moottoriliikenneteillä ei huomioida tien leveyden ja liikennemäärän välistä riippuvuutta (taulukko 1). Näkemäehdot rajoittavat nopeuksia 60, 80 ja 100 km/h:iin. Koska 60 km/h-rajoituksien joudutaan näkemäehdon vuoksi vain harvoin asettamaan ja 60 km/h-rajoitusta käytetään



yleensä vain taajamissa ja taajamien läheisyydessä, vaikuttavat näkemäehdot erityisesti 100 ja 80 km/h rajoituksiin.

Parannettaessa tie 100 km/h mitoitusnopeuden mukaan saadaan säännöllisesti sellainen tien geometria, että näkemäehdot eivät edellytä rajoitusten alentamista. Näkemien perusteella voidaan 80 km/h mitoitusnopeudelle suunnitellulle tielle saada kuitenkin osuuksia, joilla rajoitus on 100 km/h /52/.

Onnettomuuskehityksestä ei Suomen ohjeissa ole tarkkoja raja-arvoja. Tarkasteluissa seurataan onnettomuuksien määrän ja seurausten sekä onnettomuusasteen kehitystä. Yleensä rajoituksen korottaminen 100 km/h:iin edellyttää, että onnettomuusaste on pienempi kuin 0,5 (onn./milj.autokm). Raja-arvo ei koske kuitenkaan rajoituksen alentamisen tarvetta /52/.

*Taulukko 1. Nopeusrajoitusarvon riippuvuus tien leveydestä ja liikennemäärästä kaksiajokaistaisilla teillä taaja-asutuksen ulkopuolella. \*)*

Tien leveys (m)	Liikennemäärä KVL (autoa)	Korkein nopeus- rajoitus (km/h)
yli 10,5	alle 9000 yli 9000	100 80
8,5 - 10,5	alle 6000 yli 6000	100 80
7,5 - 8,5	alle 3000 3000-9000 yli 9000	100 80 60
alle 7,5	alle 1500 1500-6000 yli 6000	100 80 60

*Taulukko 2. Nopeusrajoituksen riippuvuus tien suuntauksesta.*

Kohtaamisnäkemän pituus vähintään	Näkemä %-osuus tieosalla	Korkein nopeus- rajoitus (km/h)
150	alle 70	60
150	70 - 95	80
300	alle 70	80
paremmat näkemäolosuhteet		100

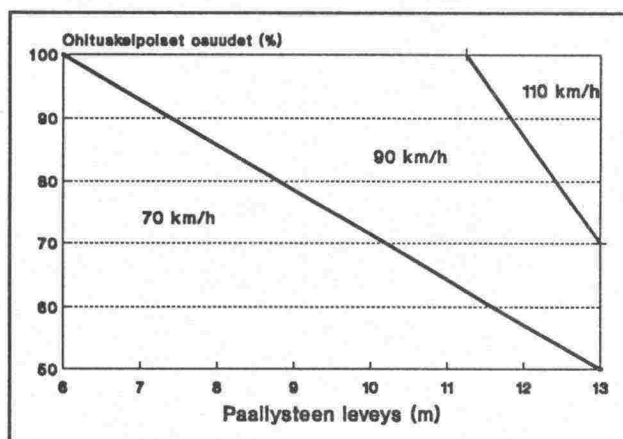
\*) Liikenneministeriö antoi vuoden 1990 lopussa uuden nopeusrajoitusten yleisohjeen, jossa taulukon liikennemäärärajoja on tarkistettu 100 km/h ja 80 km/h -rajoitusten määrittämisen osalta. Uutta taulukkoa ei tarkastella tässä selvityksessä.

Tiehallituksen ohjeiden mukaan varoitusmerkillä ja nopeussuosituksella voidaan osoittaa kilometria lyhyemmällä matkalla olevat keskimääräistä huomattavasti pienemmät tieolosuhteet ilman, että rajoitusta alennetaan. Korkeampaa rajoitusta ei ohjeiden mukaan pidä asettaa liian lyhyelle tieosalle. Vähimmäispituutena on 100 km/h -rajoitukselle 3 km ja 80 km/h -rajoitukselle 1 km. Mikäli jatkuvan rajoituksen katkaisee kuitenkin lyhyt, esim. pistekohtainen, alempi rajoitus, sallitaan 100 km/h -rajoitukselle lyhyempikin pituus. Nopeusrajoitusta 120 km/h ei yleensä aseteta alle 5 kilometrin matkalle.

## Ruotsi

Ruotsin 1980-luvulta peräisin olevien nopeusrajoitusten määrittämisperusteiden mukaan rajoituksen perusarvo määräytyy ohituskelpoisten matkojen pituuden osuuden ja tien päällysteen leveyden mukaan (kuva 1). Ohituskelpoiset osuudet ovat ohjeissa niitä osuuksia, joilla ohittamista ei ole tiemerkin-  
nön tai liikennemerkein kielletty. Muina kriteereinä ovat /52/:

- onnettomuusaste:
  - $> 0,841$  = 70 km/h
  - $0,570-0,841$  = 90 km/h
  - $< 0,570$  = 110 km/h
- poikkeuksena Norrlandissa 110 km/h:
  - ajorata  $\geq 6,0$  m
  - liikenne  $\leq 800$  ajon/vrk 1969
- jatkuvuusvaatimus:
  - 110 km/h vähintään 10-15 km
  - 90 km/h vähintään noin 3 km
  - ei alentamista alle noin 2 km
- paikalliset edellytykset.



Kuva 1. Nopeusrajoituksen määräytyminen tien standardin mukaan Ruotsissa /52/.



Viime vuosina tapahtuneen huonon onnettomuuskehityksen johdosta Ruotsissa selvitetään parhaillaan, kannattaisiko nykyisiä nopeusrajoitusten määrittämisperusteita muuttaa. Vaihtoehtoina on keskusteltu:

- nykyinen järjestelmä, mutta määrittämisperusteiden tarkistaminen,
- kehitetty järjestelmä, 10 km/h-porrastus (- 60 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 km/h) ja
- uusi järjestelmä, jossa moottoriteillä, muilla teillä taajamien ulkopuolelle ja muilla teillä taajamissa sovelletaan yhtä rajoitusta ja samalla toteutettaisiin myös muita toimenpiteitä (esim. kuorma-autojen rajoitus, perävaunullisten henkilöautojen rajoitus, säännöt ajamisesta monikaistaisilla teillä ja ohitussäännökset).

Keväällä 1990 esitettiin, että siirryttäisiin uuteen nopeusrajoitusjärjestelmään (liite 1). Uudessa järjestelmässä olisi esityksen mukaan kolme yleistä nopeusrajoitusta seuraavasti:

- taajama-alueiden nopeusrajoitus 50 km/h,
- taajama-alueiden ulkopuolella nopeusrajoitus 80 km/h ja
- moottoriteiden nopeusrajoitus 100 km/h.

Näitä rajoituksia täydennettäisiin esityksen mukaan paikallisilla nopeusrajoituksilla ja erityisrajoituksilla. Paikalliset nopeusrajoitukset olisivat pienempiä kuin yleisrajoitukset (10 km/h askelin) ja erityisrajoitukset yleisrajoituksia korkeampia. Erityisrajoituksia voitaisiin esityksen mukaan käyttää erittäin korkealuokkaisilla teillä, joilla on pieni onnettomuusaste /59/.

## Norja

Norjan tieverkolla on ollut voimassa yleiset nopeusrajoitukset vuodesta 1912 lähtien. Tieliikennelaissa on säädetty, että taajama-alueilla on voimassa 50 km/h ja taajama-alueiden ulkopuolella 80 km/h yleisrajoitus. Tällä hetkellä moottoriteiden yleisin rajoitus on 90 km/h, mutta myös 80 km/h rajoituksia käytetään. Myös muilla teillä, joilla on erityisen hyvä tien geometria ja vähän liittymiä, voidaan käyttää 90 km/h nopeusrajoitusta. Erillisiä kriteereitä tien geometrian vaikutuksesta rajoitusarvoon ei kuitenkaan ole käytössä.

Vuonna 1979 alennettiin huomattava määrä 80 km/h nopeusrajoituksen teitä 70 ja 60 km/h:ksi ja asuntoalueiden rajoituksia tarkistettiin 50, 40 tai 30 km/h:ksi.

Tarkistuksen keskeisin kriteeri oli liittymätiheys ja nopeusrajoitusten tarkistamisohjeissa todettiin, että niillä tieosuuksilla, joilla on tiivistä asutusta tienvierialueella ja paljon liittymiä, ei voi käyttää 60 km/h suurempaa nopeusrajoitusta. Asutuksella, joka sijaitisi korkeintaan 100 metrin päässä tiestä, oli keskeinen vaikutus tarkasteluissa /1/. Rajoitusta 70 km/h voidaan ohjeiden mukaan myös käyttää, jos päällysteleveys on yli 7 m ja näkemäolot ovat hyvät, eikä tiellä ole tienvarsi-asutusta.

Apuna nopeusrajoitusten määrittämisessä käytettiin nopeusrajoitusmallia ja atk-järjestelmää, joka laskee rajoitusarvon 500 metrin välein. Rajoitusten vaihtumisvälinä voidaan käyttää 10 km/h ja enintään 20 km/h. Moottoriteillä voidaan käyttää 90 km/h rajoitusta, kun tieosuuden pituus on vähintään 10 km.

## Tanska

Tanskassa pääteillä käytettävät yleiset nopeusrajoitukset ovat 50, 80 ja 100 km/h, joista rajoitus 50 km/h koskee yleensä taajamia. Moottoriteillä käytetään yleensä 100 km/h -rajoitusta, mutta olosuhteiden mukaan tarvittaessa myös 90 ja 80 km/h rajoituksia.

Moottoriliikenneteillä on aina voimassa 80 km/h rajoitus, mikäli 90 km/h nopeusrajoitusta ei ole liikennemerkillä erikseen osoitettu. Tanskassa, kuten Norjassakin, ei tien geometriaa ja liikennemäärä ole erikseen otettu huomioon nopeusrajoituksiin vaikuttavina tekijöinä.

## 2.4 Menetelmät

Nopeusrajoitusjärjestelmän yleisten tavoitteiden taustalla on kriteerit, joihin nopeusrajoitusten asettaminen ja vaikutukset perustuvat. Jotta tavoitteilla saataisiin haluttuja vaikutuksia aikaan, liittyvät käytettävät kriteerit liikenneturvallisuuteen ja muihin teiden ja ympäristöjen liikenteellisiin ominaisuuksiin. Seuraavia kriteereitä on esitetty ruotsalaisissa ja pohjoismaisissa tutkimuksissa /11,27,28/:

- onnettomuustiheys,
- onnettomuusaste,
- onnettomuuskustannukset,
- onnettomuus- ja ajoneuvokustannukset,
- liikennekustannukset,
- liikenne- ja ympäristökustannukset,
- nopeusrajoitusten noudattaminen ja
- kokonaisstrategiat.

### 2.4.1 Onnettomuustiheys

Onnettomuustiheys kuvaa onnettomuusmäärää tien pituusyksikköä kohti (onnettomuudet/km). Turvallisuuden perusyhtälö voidaan esittää seuraavasti:

$$\text{Onnettomuusmäärä} = \text{Onnettomuusriski} * \text{Suorite}$$

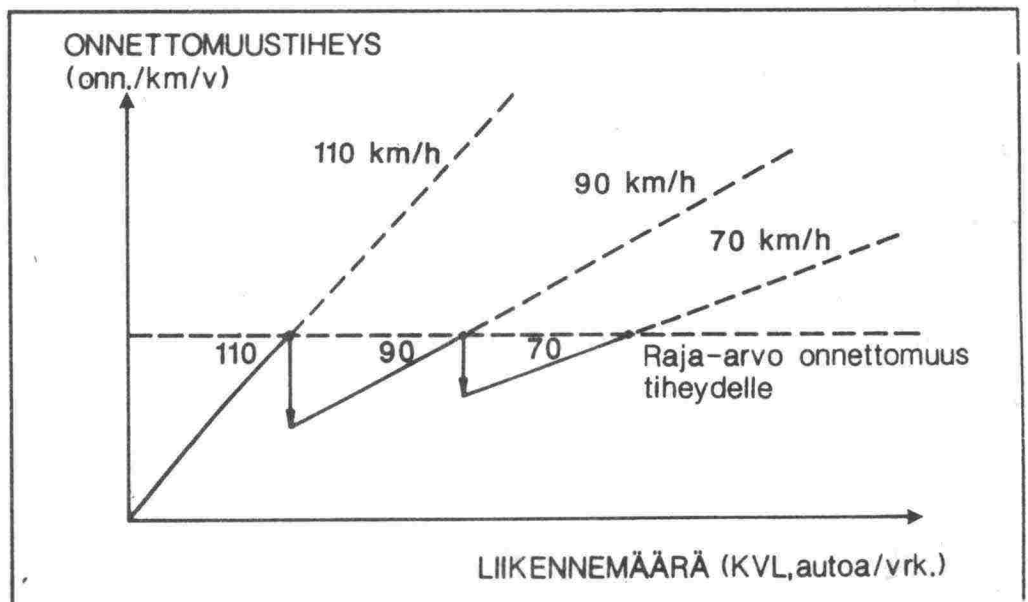
Yhtälö voidaan esittää myös muodossa:

$$\text{Onnettomuustiheys} = \text{Vakio} * \text{Onnettomuusriski} * \text{KVL}$$

Eli onnettomuustiheys riippuu tien riskitasosta ja keskivuorokausiliikennemäärästä (KVL, autoa/vrk). Kun onnettomuustiheydelle esitetään sallittuja

Eli onnettomuustiheys riippuu tien riskitasosta ja keskivuorokausiliikennemäärästä (KVL, autoa/vrk). Kun onnettomuustiheydelle esitetään sallittuja alueita tai raja-arvoja, esitetään siten samalla myös kriteerinä liikennemäärärajoja.

Onnettomuustiheyskriteerissä perusteena on onnettomuuksien absoluuttinen määrä tien pituusyksikköä kohti. Koska onnettomuuksien määrä riippuu aina ensi sijassa liikennemäärästä ja sitten vasta muista mm. onnettomuusriskiin vaikuttavista tekijöistä, aiheuttaa kriteeri yleensä sen, että suurille liikennemäärille saadaan pieniä nopeusrajoituksia (kuva 2). Teiden suunnitteluperiaatteista johtuen suuriliikenteisten teiden onnettomuusaste (onnettomuusriski) on yleensä pienempi kuin vähäliikenteisten teiden. Tämän johdosta onnettomuustiheyskriteerin käyttö tuottaisi entistä pienempiä onnettomuusasteita suuriliikenteisillä teillä ja johtaisi siihen, että parhailla teillä olisi yleensä pienimmät nopeusrajoitukset /11,28/.



Kuva 2. Onnettomuustiheys nopeusrajoituksen määrittämisperusteena.

Onnettomuustiheyden käyttöä nopeusrajoitusten asettamisen perusteena voidaan arvostella myös seuraavien syiden johdosta /11,27,28/:

- vähäliikenteisten teiden sallitaan olla selvästi vaarallisempia kuin vilkasti liikennöityjen teiden,
- onnettomuustiheys- eli käytännössä liikennemääräkriteeri ei loogisesti motivoi kuljettajaa rajoitusten noudattamiseen ja
- nopeusrajoitusten noudattaminen kärsii siitä, että hyvillä teillä on kovin alhaisia pysyviä nopeusrajoituksia.



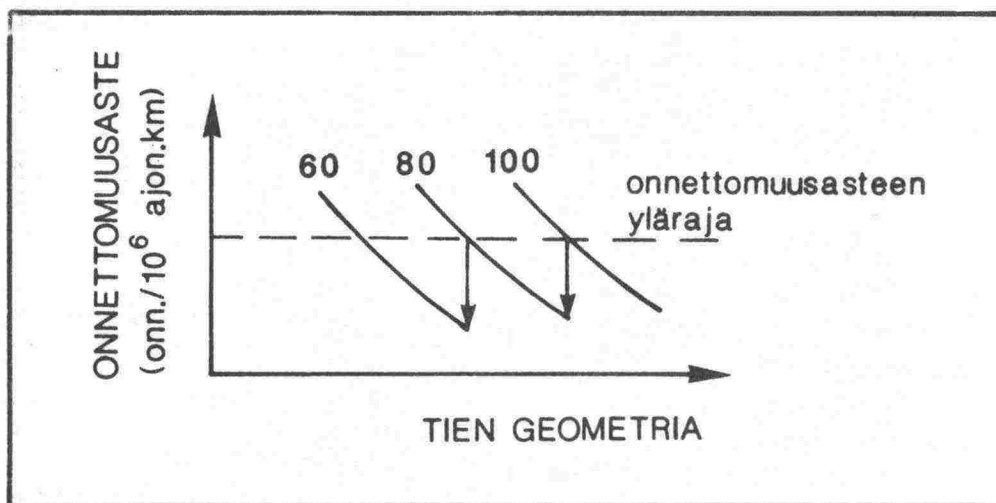
### 2.4.2 Onnettomuusaste

Onnettomuusaste lasketaan suhteuttamalla onnettomuusmäärä tien liikennesuoritteeseen. Onnettomuusasteen voidaan katsoa suhteellisen hyvin kuvaavan tienkäyttäjän ja erityisesti autoliikenteen onnettomuusriskiä eli onnettomuuteen joutumisen todennäköisyyttä. Liikenteen ja tienkäyttäjien kannalta onnettomuusaste on siten hyvin sopiva turvallisuuden mitta. Teoreettisesti onnettomuusasteeseen tai riskiin liittyy kuitenkin käytännön ongelmia, koska tienkäyttäjät kokevat onnettomuusriskin eri tavoin ja puhutaankin ns. koetusta riskistä ja tilastojen mittaamasta todellisesta riskistä. Todellinen onnettomuusriski lasketaan onnettomuustilastojen perusteella ja sen tunnistamisesta ja vaikutuksesta liikennekäyttäytymiseen on olemassa erilaisia teorioita.

Tien keskimääräisen onnettomuusasteen suuruuteen vaikuttavat eri tutkimusten mukaan mm:

- tien poikkileikkaus ja geometria,
- nopeustaso,
- liikennemäärä,
- raskaiden autojen määrä,
- ajalliset tekijät (pimeys ja vuodenaika) ja
- alueelliset tekijät.

Onnettomuusasteelle voidaan nopeusrajoituskriteerinä asettaa raja-arvoja (yläraja), jolloin onnettomuusasteen ja siihen vaikuttavien tekijöiden riippuvuuden perusteella saadaan määrättyä esim. tie- ja liikenneoloihin perustuvia kriteereitä /28/ rajoituksen asettamiselle (kuva 3).



Kuva 3. Onnettomuusaste nopeusrajoituksen määrittämiskriteerinä /28/.

Onnettomuusastetta on tutkimuksissa esitetty käytettävän siten, että sopiville tieryhmille laaditut nopeusrajoitusten asterajat tasaavat tieryhmien sisäisiä onnettomuusasteen eroja ja parantavat turvallisuutta alentamalla suurimpia

- muodostetaan tieryhmiä, joiden sisällä onnettomuusasteiden eroja alennetaan ja tasataan nopeusrajoituksilla,
- tien geometrian vaikutus otetaan erikseen huomioon onnettomuusasteeseen vaikuttavana tekijänä,
- liikennemäärä ei ole keskeinen kriteeri, koska onnettomuusasteessa otetaan huomioon liikennemäärä ja koska tutkimustulokset viittaavat siihen, että homogeenisissa ryhmissä liikennemäärän (KVL) vaikutus onnettomuusasteeseen on vähäinen ja eräiden tutkimusten mukaan liikennemäärän kasvu jopa pienentää onnettomuusastetta,
- otetaan käyttöön ajallisesti vaihtuvia nopeusrajoituksia esim. talvikaudeksi, joilla tasataan vuodenaikojen ja siis myös keliolojen aiheuttamia eroja onnettomuusasteessa.

Onnettomuusaste ei yksistään kuitenkaan riitä kriteeriksi, vaikka onkin hyvä lähtökohta nopeusrajoitusten määrittämiselle. Onnettomuusasteessa ei nimittäin vielä ole otettu huomioon onnettomuuksien vakavuutta, joka on eräs turvallisuuden peruskysymys. Tämän johdosta onnettomuusasteeseen perustuvaa menetelmää on täydennettävä esim. vakavuusastetta koskevalla lisäkriteerillä. Uusia rajoituskriteereitä voitaisiin lisäksi muodostaa vakavuusasteeseen perustuvien riippuvuuksien perusteella, mikäli vakavuusasteen ei yksistään katsota riittävän monipuolisesti ottavan huomioon onnettomuuksien seurauksia /28/. Onnettomuuden vakavuuden huomioon ottamiseksi olisi vertailtava eri tie- ja liikenneympäristöjen onnettomuustyyppien jakaumaa.

VTT:n 1970-luvun lopulla julkaisemissa nopeusrajoituksia koskeneissa eräissä tutkimuksissa /47,48/ todettiin, että kaksiajokaistaisilla teillä onnettomuusasteen raja-arvona voitaisiin käyttää 0,5 poliisin raportoimaa onnettomuutta miljoonaa ajettua kilometriä kohden. Tutkimuksissa todettiin lisäksi mm:

- onnettomuusasteen vaihtelut eivät perustele rajoitusten alentamista kasvavan liikennemäärän mukaan,
- rajoitusta 100 km/h ei tulisi käyttää, ellei tien leveys ylitä 10 m, tai näkemäprosentti (460 m:n näkemä) ole suurempi kuin 60 %,
- onnettomuusaste on melko riippumaton yli 300 autoa/vrk ylittävistä liikennemääristä,
- kuorma-autoprosentilla (yli 10 %) on selviä vaikutuksia onnettomuusasteeseen erityisesti korkeilla rajoituksilla ja kun liikennemäärät ovat pieniä,
- rajoituksen 120 km/h käyttö näyttää lisäävän onnettomuusastetta hyvissä tieoloissa vapaan nopeuden asteeseen verrattuna,
- ajoneuvokohtaiset rajoitukset saattavat selittää kuorma-autoprosentin vaikutukset turvallisuuteen ja
- onnettomuusasteen ajallinen vaihtelu puoltaa alempien rajoitusten käyttöä nastarenkaiden käyttöaikana.

Nopeusrajoitusten vaikutuksia koskeneessa tutkimuksessa havaittiin myös tien levysluokassa 8,5 - 10,5 m poikkeuksellisen korkeita onnettomuusasteen arvoja. Perusnopeuden osalta todettiin, että 80 km/h on liian korkea rajoitus tieoloihin nähden ja tilalle esitettiin 70 km/h rajoitusta.

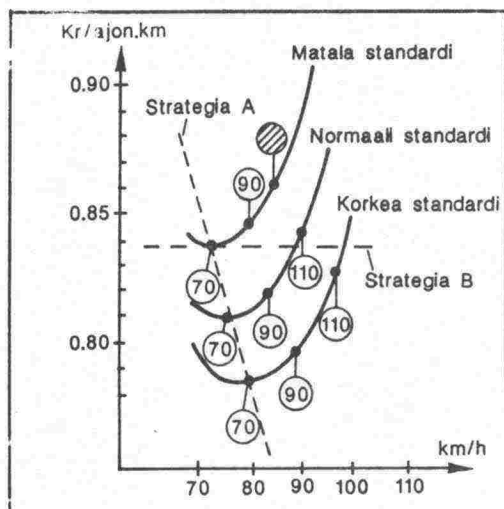
### 2.4.3 Liikennetaloudelliset perusteet

Liikennetaloudellisissa perusteissa lähtökohtana on tienkäyttäjän kustannukset ja kustannusten optimointi. Lähtökohtana voivat olla:

- pelkät onnettomuuskustannukset,
- onnettomuus-, ajoneuvo-, aika- ja ajokustannukset ja niiden eri kombinaatiot ja
- ajokustannukset täydennettynä mm. ympäristökustannuksilla.

Kustannuksissa voidaan ottaa huomioon sekä onnettomuuksien määrät että niiden vakavuus. Menetelmässä voidaan myös samanaikaisesti tarkastella eri tavoitteita ja ottaa huomioon myös tavoiteristiriidat (nopeustaso/turvallisuus).

Menetelmää sovelletaan siten, että vallitsevien arvostusten (aika- ja onnettomuuskustannukset) perusteella lasketaan homogeenisille tieryhmille nopeustason ja kustannusten välinen riippuvuus. Taloudellisen ajattelun mukaisesti optimaaliset nopeudet saadaan riippuvuuksien minimeinä (kuva 4).



Kuva 4. Ajokustannukset eri nopeustasoilla Ruotsin valtateillä, taajama-alueiden ulkopuolella eri tieryhmissä [11].

Taloudelliset tarkastelut osoittavat suoraan optimaaliset nopeustasot. Tarkasteluja voidaan tehdä joko teoreettisten optimien laskemiseksi tai tieverkolla vallitsevan tilanteen optimoimiseksi. Teoreettiset tarkastelut lähtevät suoraan laskentamenetelmästä ja nopeuden ja kustannusten välisestä riippuvuudesta ja antavat teoreettiset optiminopeudet eri tieryhmille. Vallitsevista oloista lähtien (tie-, liikenne ja ympäristöolot) voidaan myös optimoida nopeusrajoituksia. Tällöin optimoinnissa voidaan ottaa huomioon tiestön todelliset olot ja asettaa myös tarpeellisia lisäehtoja ja todellisiin tilanteisiin perustuvia ehtoja optimointia tehtäessä.



Liikennetaloudellisiin tarkasteluihin perustuvat menetelmät johtavat käytännössä kustannuskäyriin, joiden optimi riippuu suoraan mukana olevien kustannuskomponenttien suhteista ja siten myös arvostuksista (aika- ja onnettomuuskustannukset). Menetelmä ei poista eri komponenttien määrittämiseen ja summaamiseen liittyvää ongelmaa. Esim. pienten aikasäästöjen, käytettävien kustannusperusteiden ja onnettomuuksien seurausten arvostukset sisältyvät laskelmien perusteisiin. Kustannusten summakäyrä, josta optimointi tehdään, on yleensä melko laakea. Rajoitusten asettamisperusteissa on usein lähdetty siitä, että rajoituksia porrastetaan 20 km/h askelin, jolloin optimi on selvästi todettavissa ja on kustannustasosta ja tarkastelukohteesta riippuen ollut yksiajorataisilla teillä 70 ... 86 km/h ja moottoriteillä noin 110 km/h /7,47/.

Taloudellisissa tarkasteluissa voidaan ottaa myös muita kuin ajokustannustekijöitä huomioon, mikäli tutkittavat tekijät pystytään arvottamaan rahassa. Parhaillaan ovat ympäristöhaitat kuten melu ja päästöt tutkimusten kohteena ja on ilmeistä, että ympäristöhaitatkin voidaan tulevaisuudessa kytkeä mukaan taloudellisuustarkasteluihin.

Ruotsin tielaitoksen ohjeiden /8/ mukaan melun vaikutus voidaan arvottaa rahassa laskemalla ensin melusta kärsivien ihmisten määrä vallitsevan melutason perusteella ja käyttämällä vuosikustannusta 5 400 kr/häiritty (vuoden 1987 hintataso). Ilman saastumisen osalta ohjeissa on todettu, että terveysriskien perusteella arvioituna koko maan vuosikustannukset ovat noin 2 700 milj.kr/vuosi (vuoden 1987 hintataso) ja maksuhalukkuusperiaatetta sovellettaessa kustannukseksi vuodessa on saatu 15 500 kr/altistunut asukas (vuoden 1990 hintataso). Ohjeissa todetaan, että typpioksidien (NOx) määrälle on maksuhalukkuusperiaatteen avulla saatu kustannukseksi 15 kr/kg.

#### 2.4.4 Nopeusrajoitusten noudattaminen

Ruotsalaisessa 1970-luvulta peräisin olevassa tutkimuksessa /28/ esitettiin, että eräs kriteeri nopeusrajoitusten määrittämiseksi voisi olla nopeusrajoitusten noudattaminen, jolloin vaadittaisiin, että nopeusrajoituksia ylittäneiden osuus olisi samaa suuruusluokkaa eri tie- ja liikenneoloissa. Tutkimuksessa todetaan, että periaate johtaa kuitenkin kohtuuttoman suuriin nopeusrajoituksiin, tai että joudutaan sallimaan se, että osa tienkäyttäjistä ylittää säännöllisesti nopeusrajoituksia.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa korostetaan myös, että nopeusrajoitusjärjestelmä, joka ottaa huomioon turvallisuuden, vaatii liikennevalvonnan resursseja, eikä rajoitusjärjestelmän tavoitteita siten ole realistista sitoa liikenteen valvonnan ongelmiin.

#### 2.4.5 Kokonaisstrategiat

Nopeusrajoituksista saatujen kokemusten ja tehtyjen tutkimusten perusteella on osoittautunut, että nopeusrajoitusten määrittämisessä voidaan yleensä soveltaa kahta pääperiaatetta /11/, strategiaa A ja B.

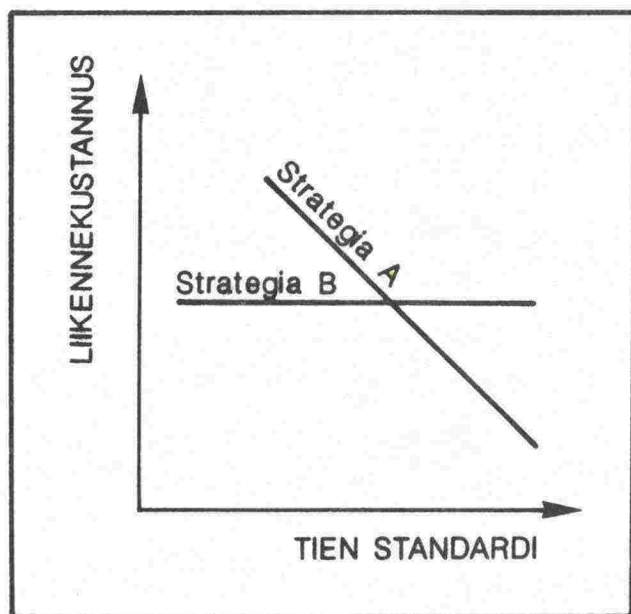
### Strategia A

Strategian tavoitteena on liikenteen kustannusten minimointi. Tällöin nopeusrajoitukset määritetään siten, että liikenteen yhteiskunnalliset kustannukset ovat minimissään jokaisella tieosuudella.

### Strategia B

Tavoitteena on liikennekustannusten tasoittaminen. Nopeusrajoitukset asetetaan tällöin siten, että liikenteen yhteiskunnalliset kustannukset tulevat samoiksi tieverkon eri osissa.

Pohjoismaisen nopeusrajoituksia koskevan yhteenvedon /11/ mukaan, vaikka näitä strategioita ei tietoisesti sovellettaisikaan, näyttää siltä, että taajama-alueilla ja huonon turvallisuuden omaavilla teillä on sovellettu strategiaa A. Taajama-alueiden ulkopuolella ja yleensä turvallisissa oloissa on vastaavasti käytetty strategiaa B (kuva 5).



Kuva 5. Nopeusrajoituksien asettamisessa sovellettuja strategioita /11/.

Pohjoismaisessa vertailussa /11/ on myös todettu, että strategian B noudattaminen pohjautuu onnettomuustiheyskriteeriin tai liikennemääräkriteeriin, jolloin korkealuokkaisilla teillä sallitaan yleensä suuremmat nopeudet kuin huonommissa tieoloissa. Tällöin siis nopeusrajoituksilla on tasoitettu liikennekustannuksia pyrkimättä kuitenkaan kohteittaisiin minimikustannuksiin.

Ruotsalaisten ajokustannusten perusteella tehdyt nopeusrajoitusten optimi-tarkastelut osoittavat, että liikennekustannusten minimointi (strategia A), näyttää johtavan eri tieryhmissä lähes samaan optimirajoitukseen. Pohjoismaisen yhteenvedon mukaan rajoituskohtaista keskimääräisen onnettomuus-



asteen tasoittumista voidaan myös tulkita siten, että kustannuksia on tasattu ja saavutettavissa olevasta turvallisuustasosta on hyvillä teillä tingitty korkeasta nopeustasosta johtuen (ajan arvon painottaminen)/11/.

Kuten pohjoismaisessa yhteenvedossa on todettu, on nopeusrajoitusten optimi riippuvainen siitä, mitä kustannuskomponentteja optimointiin otetaan mukaan ja mitä arvostuksia komponenttien suhteen sovelletaan.

Pohjoismaissa on viime aikoina keskusteltu paljon liikenneturvallisuuden kehityksestä ja nopeusrajoituksista. On esitetty /11,13/, että nopeusrajoituksia tulisi pohjoismaissa yhtenäistää (taulukko 3). Ajatuksena on tällöin ollut, että eri maissa käytettäisiin samoja pääperiaatteita rajoitusten määrittämisessä, mutta rajoitusten taso riippuisi kunkin maan oloista. Pohjoismaisiksi periaatteiksi on esitetty /9,11/:

- rajoitusarvojen tulee olla lähellä tieryhmän optimiarvoa,
- rajoitusarvon tulee ohjata tienkäyttäjää taloudelliseen ja turvalliseen nopeustasoon,
- rajoitusten tulee olla lähellä eri maiden nykyisten järjestelmien tasoa.

*Taulukko 3. Ehdotus pohjoismaiseksi nopeusrajoitusjärjestelmäksi /11/.*

Tieympäristö	Erityisen vaaralliset tiet	Perusarvo	Erityisen turvalliset tiet
Asuntoalue	20	30	40
Taajama, taajaan asuttu alue	40	50	60
Taajama-alueen ulkopuoliset	60	70	80
Moottoritiet	80	90	100

VTT:n nopeusrajoituskokeiluja koskeneen tutkimuksen /47/ mukaan nopeusrajoitusjärjestelmän yleiset tavoitteet olisivat 1970-luvun lopun tilanteessa edellyttäneet, että:

- nopeusrajoituksesta 120 km/h luovuttaisiin,
- rajoitus 100 km/h alennettaisiin alle 10 m:n levyisillä teillä arvoon 90 km/h, kun näkemäprosentti (460 m) on 40 - 50 % ja arvoon 80 km/h, kun näkemäprosentti on alle 50 %,
- perusnopeus alennettaisiin 70 km/h:iin,
- rajoitukset alennettaisiin loka- ja helmikuun väliseksi ajaksi ja
- yöliikenteen onnettomuuksia tulisi edelleen selvittää.

### 3 TUTKIMUSTULOKSIA

#### 3.1 Nopeuskäyttäytyminen

##### 3.1.1 Yleistä

Nopeusrajoitusten vaikutukset perustuvat suurelta osin siihen, että rajoituksella vaikutetaan liikennevirran nopeusjakaumaan, jonka muutos taas vaikuttaa onnettomuuksien määrään ja seurauksiin. Nopeuden aleneminen antaa tien käyttäjälle lisää toiminta-aikaa kriittisissä tilanteissa ja helpottaa havaintojen tekemistä. Tienkäyttäjien havaintoihin liittyy myös nopeudesta riippuvia systemaattisia virheitä siten, että etäisyyksiä ja nopeuksia yleensä aliarvioidaan /47/.

Voimassa olevat tiekohtaiset nopeusrajoitukset osoittavat kuljettajalle suurimman sallitun nopeuden, joka voi huonoissa sää- ja kelioloissa olla turvallisuuden kannalta liian suuri nopeus ja johtaa vaaratilanteisiin. Erityisesti hyvissä oloissa nopeusrajoituksia ei täysin noudateta ja osa kuljettajista kokee rajoitukset liian alhaisiksi. Onnettomuusriski on yleensä yhden kuljettajan ja hänen tekemänsä matkan osalta melko pieni, vaikka johtaa suuressa joukossa satoihin kuolleisiin ja tuhansiin loukkantumisiin vuosittain.

Kuljettajien nopeuden valintaa rajoittavat seuraavat tärkeimmät kuljettajan kokemat seikat /51/:

- onnettomuusriski,
- poliisin liikennevalvonnasta johtuva kiinnijoutumisen riski,
- arvostukset ja käsitykset kustannuksista mm. polttoaineen kulutus, rengaskulutus, ajoneuvokustannukset jne.,
- mukavuus ja
- sosiaalinen käyttäytyminen, pyrkimys siihen, että ei poikkea käyttäytymisessään huomattavasti muista tienkäyttäjistä.

Kuljettajan käsitys näistä tekijöistä ja niiden vaikutus nopeuteen perustuu suoriin ja epäsuoriin kokemuksiin. Ajokokemusten perusteella on muodostettu käsitys nopeuden ja turvallisuuden sekä ajomukavuuden välisestä riippuvuudesta vallitsevissa oloissa (tie-, liikenne-, ympäristö- ja sää- ja keliolot). Myös tiedotusvälineet ja sosiaaliset kontaktit vaikuttavat mm. käsityksiin onnettomuusriskistä, kiinnijoutumisen riskistä ja niiden vaikutuksesta ajonopeuteen /51/.

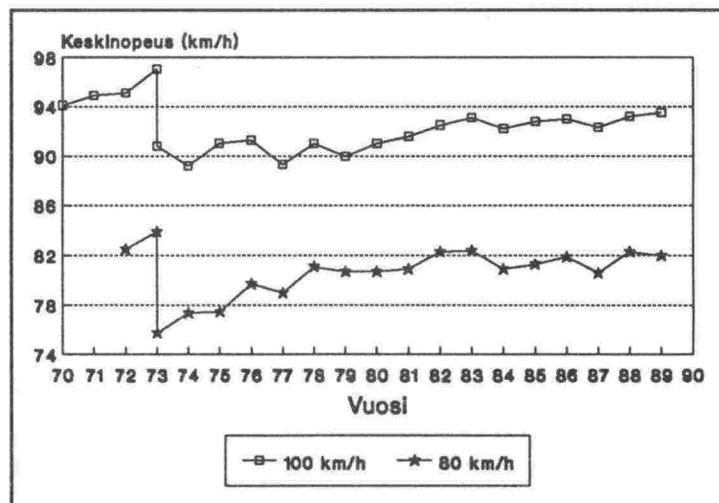
Viime vuosina nopeusrajoituksia ja liikenteen käyttäytymistä koskevilla tutkimuksissa on pyritty selvittämään, mitkä tekijät keskeisimmin vaikuttavat nopeuskäyttäytymiseen. Liikenneturvallisuuden ja sen parantamisen kannalta on tärkeä tuntea käyttäytymistä säätelevät tekijät, jotta tehokkaita toimenpiteitä pystyttäisiin toteuttamaan. Uusinta tekniikkaa hyödynnettäessä tarvitaan myös entistä enemmän tietoa kuljettajakäyttäytymisestä liikenteessä.

### 3.1.2 Nopeuskehitys

Tiehallitus seuraa Suomessa yleisten teiden ajonopeuksia ja niiden kehittymistä. Varhaisimmat tutkimustulokset ovat peräisin 1960-luvun alusta /3/. Tiehallituksen tutkimusten mukaan vapaiden, jonojen ulkopuolella ajavien, henkilöautojen keskinopeus on kasvanut jatkuvasti hitaasti nopeusrajoitusten asettamisen jälkeen (vuodesta 1973 lähtien, kuva 14). Hyvissä ajo-olosuhteissa tehtyjen mittausten mukaan kuorma- ja linja-autojen keskinopeus on viime vuosina pysynyt 1980-luvun alun tasossa. Nopeuksien hajonta on yleisesti ottaen jonkin verran pienentynyt heti nopeusrajoitusten asettamisen jälkeisiin vuosiin verrattuna /3/.

Henkilöautojen keskinopeus oli vuonna 1989 vapaissa ja hyvissä oloissa moottoriteillä selvästi korkeampi kuin vapaan nopeuden aikana. Tiekohtaisten 80 km/h ja 100 km/h rajoitusten alueella henkilöautojen nopeus oli vuonna 1989 vain muutaman kilometrin pienempi kuin vapaan nopeuden aikana. Koko liikenteen keskinopeus ylitti vapaan nopeuden aikaisen tason vuonna 1989 hyvissä oloissa kaikilla nopeusrajoitusten arvoilla (80 km/h, 100 km/h ja 120 km/h).

Tiekohtaisten nopeusrajoitusten noudattaminen riippuu nopeusrajoituksesta. Pienillä rajoitusarvoilla rajoituksia ylitetään melko yleisesti /3,19,29/. Rajoituksien ylitykset ovat suurelta osin kuitenkin melko vähäisiä, sillä yli 10 km/h ylittäneiden osuus oli 80 km/h rajoitusta lukuun ottamatta alle 10 % vuonna 1989 /1/. Sama koskee ajoneuvokohtaisen nopeusrajoituksen noudattamista. Noin 70 % kuorma-autoista ylitti suurimman sallitun 80 km/h rajoituksen, mutta yli 10 km/h ylittäneiden osuus oli vuonna 1989 noin 10 %.

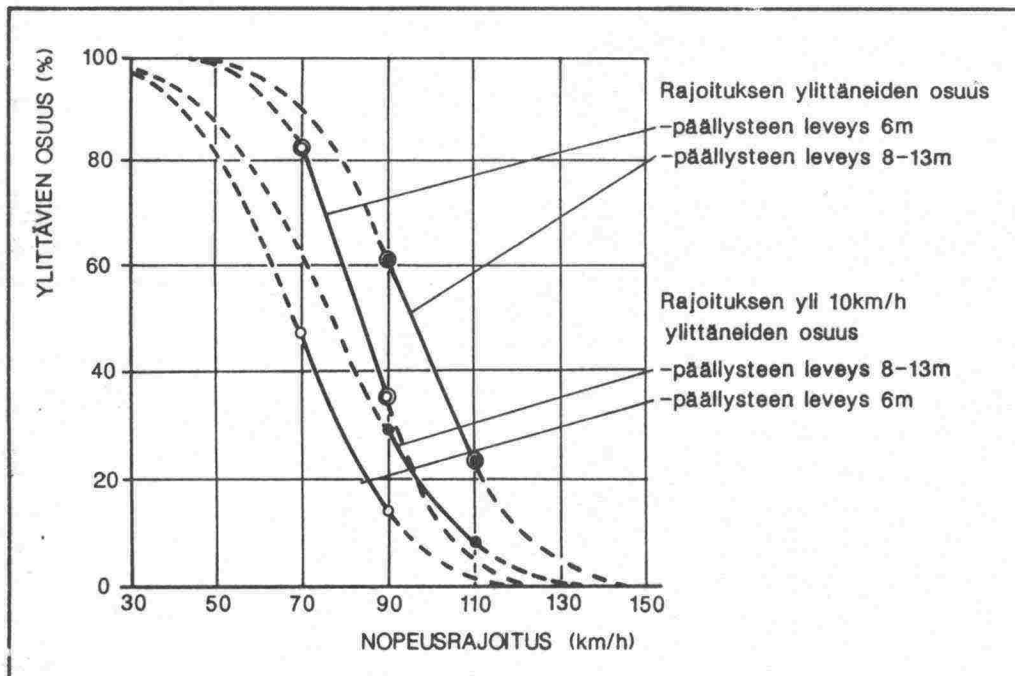


Kuva 6. Henkilöautojen keskinopeuksien kehitys hyvissä sää- ja kelioloissa tiekohtaisen 80 km/h ja 100 km/h nopeusrajoituksen alueella /3/.

Ruotsissa on tutkittu maaseutuolojen nopeusrajoitusten noudattamista. Noudattaminen riippuu vuonna 1984 tutkimuksen /19/ mukaan paitsi nopeusrajoit-



tuksesta myös tie- ja liikenneoloista. Eri ympäristöissä nopeuden valinta ja siten myös nopeuksien noudattaminen on erilaista. Pienemmät rajoitukset kasvattavat tutkimuksen mukaan kuitenkin rajoituksen ylittävien osuutta (kuva 7).



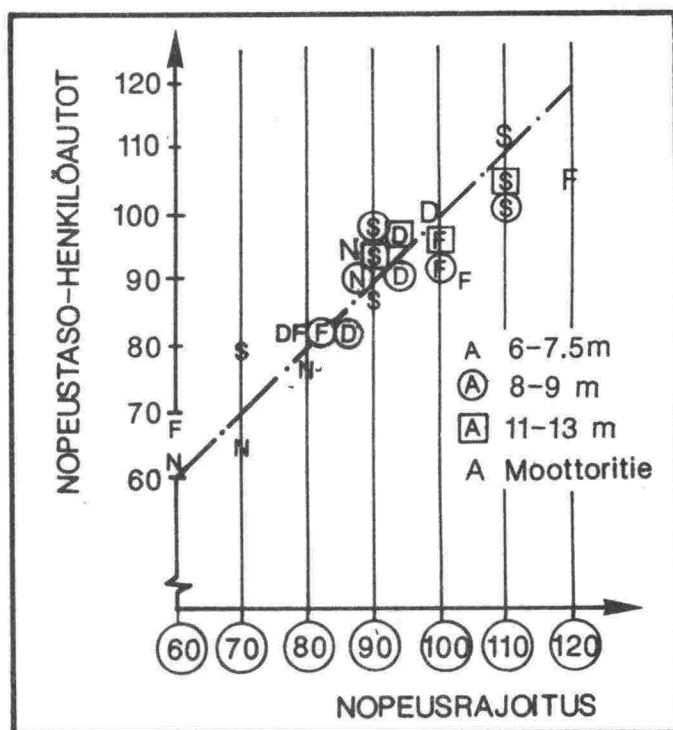
Kuva 7. Kevyiden autojen nopeusrajoitusten noudattaminen hyvissä ajo-oloissa eri päällysteen leveyksillä [19].

Vastaavanlainen nopeuksien kehitys on tapahtunut myös Ruotsissa [14,32]. Kuten Suomessakin nopeudet ovat eniten kasvaneet korkealuokkaisimmilla teillä, jolloin erot onnettomuusriskeissä eri luokkaisten teiden välillä ovat tasaantuneet. Pohjoismaista nopeuskehitystä koskevan tutkimuksen [32] mukaan nopeuskehityksen tärkeimpinä tekijöinä ovat parantuneet tieolot ja ajoneuvot. Tieolojen parantuessa on usein korotettu nopeusrajoitusta ja vaikka näin ei oli tehty, ovat nopeudet kasvaneet parantuneiden tieolojen johdosta. Raskaiden autojen entistä tehokkaammat moottorit ovat myös merkinneet korkeampia nopeuksia.

Pohjoismaisen vertailun mukaan keskinopeuden ja nopeusrajoituksen välillä on vahva riippuvuus (kuva 8). Nopeustaso näyttää olevan korkeimmillaan Ruotsissa ja alimmillaan Norjassa. Nopeusrajoitusten noudattaminen on vertailun mukaan parhainta Norjassa ja Suomessa. Pohjoismaisessa vertailussa [14,32] todetaan, että toimenpiteillä ei 1980-luvulla ole pystytty estämään suuren liikenteen kasvun onnettomuusmäärää lisäävää vaikutusta ja nopeudet ovat kasvaneet selvästi enemmän kuin 1970-luvulla. Vertailussa esitetään, että tulevaisuudessa nopeusrajoituksiin jouduttaneen puuttumaan, jotta auton käyttöä ei jouduttaisi rajoittamaan. Nopeustason ohella tärkeänä pidetään nopeushajonnan pienentämistä, mihin päästäisiin mm. sillä, että ra-

joituksia noudatettaisiin paremmin. Turvallisuuden parantamiseksi kaivataan vertailun mukaan nopeusrajoitusten sopivaa alentamista ja entistä määrätietoisempaa nopeusvalvontaa.

Ruotsalaisessa nopeusongelmaa koskevassa tutkimussuunnitelmassa on arvioitu, että mikäli nopeusrajoitusten ylittävien osuus pystyttäisiin pienentämään runsaasta 50 %:sta 10 %:iin, säästettäisiin noin 150 ihmishenkeä vuosittain /13/.



Kuva 8. Henkilöautojen keskinopeus pohjoismaissa eri nopeusrajoituksilla Norjassa (N), Ruotsissa (S), Suomessa (F) ja Tanskassa (D) /62/.

### 3.1.3 Nopeuskehityksen tausta

Nopeuksien seuranta on osoittanut, että nopeudet ovat jatkuvasti tasaisesti kasvaneet. Ruotsissa henkilöautojen keskinopeus on viime vuosina kasvanut noin 0,3 km/h vuodessa. Seuranta ei kuitenkaan selitä niitä perusteita, joista nopeuksien kehitys riippuu. Perusteiden tunteminen on välttämätöntä, jotta keinoja turvallisuuden parantamiseksi voidaan suunnitella. Pohjoismaiset tutkimukset /62/ ovat osoittaneet, että 1980-luvulla nimenomaan autoliikenteessä onnettomuusriski on kasvanut.

Ruotsissa on turvallisuuskehityksen johdosta analysoitu pohjoismaisia tutkimustuloksia ja selvitetty nopeuskehityksen taustaa. Turvallisuuden kehityksestä on todettu, että tärkeimmät parantuneeseen turvallisuuteen vaikuttaneet tekijät olivat nopeusrajoitukset ja turvavöiden käyttö. Viime aikaisen turvallisuuden huonon kehityksen taustalla on suuri liikenteen kasvu ja myös nopeuksien kasvu /32/.

Jotta nopeuskehityksen taustaa pystyttäisiin selvittämään, tehtiin Ruotsissa tutkimus, jossa nopeusmittausten yhteydessä haastateltiin kuljettajat lisätietojen saamiseksi. Haastattelu- ym. tietojen perusteella kytkettiin tutkimusaineistoon vielä tietoja ajoneuvo-, ajokorttirekistereistä ja vuoden 1980 väestö- ja asuntolaskennasta. Tutkimus osoitti, että tärkeimmät henkilöauton nopeatasoa selittävät tekijät ja vaikutukset olivat (miesten omistamat autot):

- matkan tarkoitus, suurin nopeusero 5 km/h, korkeimmat nopeudet matkoilla töihin ja alimmat vapaa-ajan matkoilla,
- ajettu ja jäljellä oleva matka, suurin nopeusero 10,7 km/h, mitä pitempi jäljellä oleva matka sitä korkeampi nopeus,
- ajoneuvon suorituskyyky ja ikä, suurin nopeusero 9 km/h, mitä parempi suorituskyyky sitä korkeampi nopeus,
- omistajan ja ajokortin ikä, suurin nopeusero 8,2 km/h, iäkkäämmillä omistajilla pienemmät nopeudet ja
- päällysteen leveys, nopeus kasvaa 0,4 km/h metriä kohti /33/.

Naisten omistamien autojen osalta ainoaksi tilastollisesti luotettavaksi selittäjäksi osoittautui päällysteen leveys. Tutkimuksen mukaan juridisten henkilöiden autoilla (työsuhdeautot) ajetaan keskimäärin suuremmilla nopeuksilla. Näiden saatujen tulosten perustella tutkimuksessa esitetään, että mm. seuraavat seikat ovat voineet vaikuttaa 80-luvun nopeuskehitykseen:

- kasvanut työllisyys, työhön liittyvien matkojen lisääntyminen,
- polttoaineen hinta, hinta on ollut suhteellisen, alhainen mikä on voinut lisätä pitkien matkojen osuutta,
- ajoneuvojen parantunut suorituskyyky ja
- juridisten henkilöiden omistamien autojen määrän kasvu (työsuhdeautot).

Suomessa vuonna 1987 valmistuneessa sisäasianministeriön tutkimuksessa /24/ selvitettiin ylinopeuden yhteyttä muihin ajotaparikkomuksiin. Tutkimuksen mukaan ylinopeudella ajaneet tekivät usein rajoituksen ylittämisen lisäksi myös muita ajotapavirheitä. Nuoret paljon ajavat kuljettajat olivat ylinopeudella ajaneiden joukossa yliedustettuina noin 2,5-kertaisesti verrattuna heidän osuuteensa rajoitusten mukaan ajaneissa. Ylinopeudella ajaneista oli kaksi kolmasosaa työmatkalla, kun rajoituksia noudattaneista vastaava osuus oli runsas puolet. Myös matkan pituuden ja tyyppin mukaiset vaikutukset nopeakäyttäytymiseen vastaavat ruotsalaisen tutkimuksen tuloksia.

Sisäasiainministeriön ylinopeuksia koskeneen tutkimuksen mukaan ylinopeuksien ja ajotaparikkomusten yhteyttä selitti ohittaminen siten, että ylinopeuksien johdosta joudutaan useammin ohitustilanteisiin, jolloin tehdään myös muita ajotaparikkomuksia. Tutkimuksessa todetaan edelleen, että tulokset tukevat nopeusvalvonnan merkitystä liikenneturvallisuuksystyössä, mutta merkittäviä muutoksia ei voida odottaa saavutettavan kuljettajien ajontavoissa, vaikka nopeusvalvontaa entisestäänkin lisättäisiin.

Ruotsissa on viime aikoina oltu huolestuneita nopeuksien kasvusta ja onnettomuuksien lisääntymisestä. Tutkimustoimintaa on laajennettu poliisin liikennevalvonnan kehittämiseksi ja selvitettävänä on parhaillaan mm. automaatti-

seen liikennevalvontaan liittyvät kysymykset. Liikennevalvonnan osalta on myös selvitetty nopeuksia ja valvontatoleranssin (puuttumisrajan) merkitystä nopeuksiin /2/. Muutaman läänin taajama-alueella kokeiltiin normaalia alempien toleranssirajojen käyttämistä valvonnassa. Tutkimus osoitti, että nopeudet alenivat merkittävästi johtuen myös siitä, että toleranssirajan muuttamisesta ja valvonnasta oli tiedotettu tienkäyttäjille. Tutkimuksessa pohdittiin, että menetelmällä voitaisiin ehkä alentaa nopeuksia myös maaseutuoloissa.

Usein on esitetty, että liikenneturvallisuutta voitaisiin parantaa lisäämällä poliisin liikennevalvontaa. Tutkimuksia valvonnan vaikutuksesta on tehty eri maissa ja niissä on yleensä todettu, että valvontaa täytyisi lisätä moninkertaiseksi ennenkuin vaikutukset alkavat näkyä. Norjalaisessa liikenneturvallisuuden käsikirjassa /57/ on todettu esim. nopeusvalvonnasta, että valvonnan intensiteettiä tulisi lisätä nykytasosta kolmikertaiseksi, jotta vaikutukset näkyisivät kunnolla nopeuskäyttäytymisessä. Käsikirjassa on myös esitetty, että valvonnan määrän 3-5 -kertaistaminen voi pienentää onnettomuuksien määrää noin 10-20 %.

Suomessa kokeiltiin Vantaalla, Keravalla ja Tuusulassa vuonna 1984 tehostettua nopeusvalvontaa. Kokeiluun liittyi myös tehokas tiedottaminen. Autojen keskinopeudet pienenivät noin 1-4 km/h etenkin kokeilun alkuvaiheessa. Onnettomuudet eivät kuitenkaan vähentyneet kokeilun aikana ja tutkimuksessa todettiin, että tehostetun valvonnan määrä ja tiedottaminen ei riittänyt vaikuttamaan onnettomuuslukuihin /16/.

Nopeuskäyttäytymistä perustellaan usein ajokokemuksella. Ajokokemuksen vaikutus näkyy myös tutkimusten mukaan onnettomuusriskissä. Vertailtaessa miesten ja naisten onnettomuusriskejä Ruotsissa 1980-luvun alussa /51/ todettiin, että ajettujen kilometrien määrän ja onnettomuusriskin välillä on vahva riippuvuus. Niiden kuljettajien riski, jotka ajavat keskiarvoa vähemmän vuosittain, on runsaat kaksinkertainen verrattuna niihin, jotka ajavat keskimääräistä kilometrimäärää enemmän vuosittain. Miesten ja naisten onnettomuusriskien välillä ei kuitenkaan todettu eroa, vaikka miesten liikennesuorite on keskimäärin suurempi vuosittain kuin naisten. Miesten riski on samalla liikennesuoritetasolla tutkimuksen mukaan 25 % suurempi kuin naisten.

Ruotsissa on myös pohdittu nopeusongelmaan liittyviä vaikutuskeinoja /13/. Nopeusrajoitusten noudattamiseen voidaan vaikuttaa mm. koulutuksen ja valvonnan toimenpiteillä sekä ylityksiin liittyvillä seurauksilla. Ruotsalaisen selvityksen mukaan tiedotuskampanjoilla, tehostetulla valvonnalla tai muutetuilla seurauksilla, joita on toteutettu erillisinä toimenpiteinä, on ollut yleensä vain lyhytaikaisia vaikutuksia.

Ruotsalaisessa nopeusongelmaa koskeneessa selvityksessä /13/ mainitaan, että onnettomuustilastot ja riskianalyysit osoittavat, että lähes kaikkiin onnettomuustapauksiin liittyy väärä nopeus. Kuljettajat ovat usein tietämättömiä väärästä nopeustasostaan, joten olisi luonnollista, että tie- ja liikenneteknisillä toimenpiteillä parannettaisiin tilannetta.



### 3.2 Vaikutukset turvallisuuteen, liikenteeseen ja ympäristöön

Nopeusrajoitusten käytölle on olemassa useita syitä. Rajoitusten erilaisia vaikutuksia on tutkittu paljon viime vuosina. Yleensä on päädytty siihen, että nopeusrajoituksista saatavat suurimmat hyödyt liittyvät liikenneturvallisuuteen, vaikka rajoitusten perusteena olisivat muutkin syyt /11/.

Nopeusrajoitusten hyväksymisestä ja kannatuksesta on tehty useita selvityksiä. Viimeisimmät mielipidetiedustelut ovat peräisin 1980-luvulta, jolloin mielipiteitä kartoitettiin sekä tienvarsihaastattelussa että postikyselyssä /37 ja 38/. Tienvarsihaastattelussa haastateltiin lähes 2000 auton kuljettajaa. Haastatelluista runsaat 72 % piti maanteiden nopeusrajoituksia yleensä sopivina ja 27 % vastaajista oli sitä mieltä, että rajoitukset olivat yleensä alhaisia. Postihaastattelu kohdistettiin satunnaisotannalla 4000:lle henkilölle (18 - 64-vuotiaat eri lääneissä). Postihaastatteluun vastasi 2951 henkilöä ja sen mukaan noin 90 % vastaajista piti rajoitusten suuruutta sopivana tai yleensä sopivana (sopiva 41,3 %, yleensä sopiva, mutta joskus matala 36,7 % ja yleensä sopiva, mutta joskus korkea 12,2 %). Alempia nopeusrajoituksia talvella kannatti melkein puolet vastaajista.

#### 3.2.1 Liikenneturvallisuus

Nopeusrajoitusten vaikutusta liikenneturvallisuuteen on tutkittu eri puolilla maailmaa erityisesti 1960-luvulta lähtien, jolloin onnettomuuksien määrä todettiin useissa maissa autoistumiseen liittyväksi ongelmaksi. Suomessa nopeusrajoitustutkimuksilla on myös pitkä historia, koska ensimmäinen rajoituskokeilu tehtiin jo vuonna 1962 /47/. Myös muissa pohjoismaissa on nopeusrajoitusten vaikutuksia laajasti selvitetty /45/.

Rajoituksia koskeneissa tutkimuksissa on vuosien mittaan saatu erilaisia tuloksia. Tutkimustiedon kertyessä on kuitenkin, ainakin pohjoismaisten kokemusten perusteella, nähty, että nopeusrajoitusten vaikutus liikenneturvallisuuteen on lähes samanlainen silloin, kun tutkimustuloksia tarkastellaan kokonaisuutena.

Pohjoismaisten tutkimusten mukaan nopeusrajoitusten vaikutus on selvässä yhteydessä nopeustasoon ja nopeusjakaumaan siten, että rajoitusten vaikutus riippuu vaikutuksesta nopeuksiin /11,47/:

- jos rajoitus on suurempi kuin 85 %-pisteen nopeus, jolloin keskinopeus kasvaa, lisääntyvät kaikki onnettomuudet ja henkilövahinko-onnettomuuksien määrä pysyy ennallaan,
- jos rajoitus on sama kuin 85 %-pisteen nopeus, jolloin keskinopeus ei muutu, pysyy kaikkien onnettomuuksien määrä ennallaan ja henkilövahinko-onnettomuuksien määrä laskee ja
- jos rajoitus on pienempi kuin 85 %-pisteen nopeus, jolloin keskinopeus laskee, laskee myös kaikkien ja henkilövahinkoihin johtavien onnettomuuksien määrä.

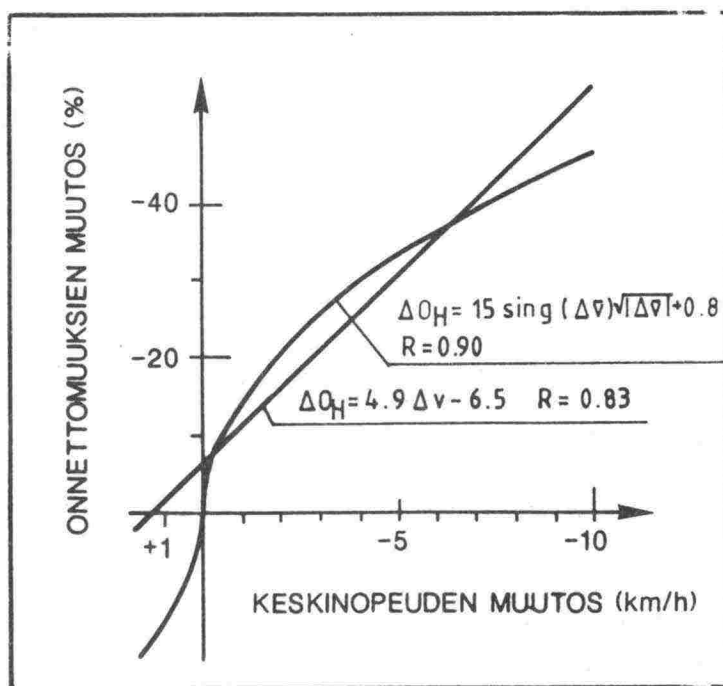


Nopeusmuutoksen ratkaisevaa merkitystä on eräissä tutkimuksissa epäilty ja painotettu nopeuksien hajonnan muutosta. Pohjoismaisten selvitysten mukaan nopeushajonta pienenee yleensä kaikissa edellä esitetyissä tapauksissa, koska rajoitusta suurempiin ja sitä pienempiin nopeuksiin vaikutetaan samanaikaisesti.

Pohjoismaisten tutkimustulosten mukaan nopeushajonta yleensä pienenee, jos rajoitus on suurempi kuin edeltävän tilanteen 85 %-pisteen nopeus ja onnettomuusmäärä kasvaa.

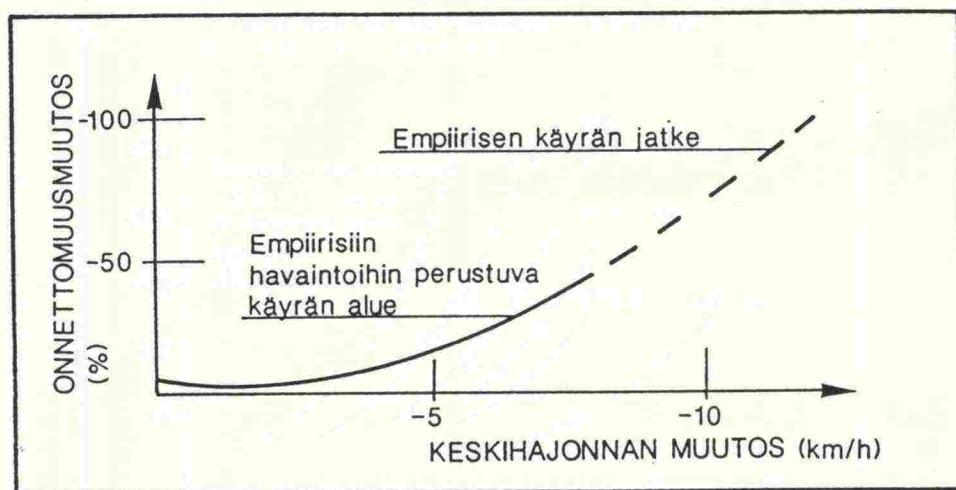
Tiehallituksen nopeustutkimukset osoittavat, että nopeuksien keskihajonta noudattaa Suomessa yleensä keskinopeuden kehityssuuntaa nopeusrajoituksia muutettaessa. Tällöin nopeusrajoituksen korottaminen yleensä kasvattaa sekä keskinopeutta että keskihajontaa ja vastaavasti nopeusrajoitusten alentaminen pienentää sekä keskinopeutta että keskihajontaa.

Nopeusrajoitusten vaikutuksia koskevat pohjoismaiset tutkimustulokset johtavat samansuuruisiin vaikutuksiin. Salusjärvi on väitöskirjassaan /47/ arvioinut rajoitusten vaikutusta turvallisuuteen sekä tekemiensä tutkimusten että Suomessa aikaisemmin tehtyjen nopeusrajoituskokeilujen perusteella. Molemmat tarkastelut osoittivat, että nopeustasoa alentavat nopeusrajoitukset parantavat turvallisuutta. Salusjärven tutkimusten mukaan onnettomuudet vähenevät sitä enemmän mitä enemmän nopeudet alenevat (kuva 9). Pienet nopeuden muutokset vähentävät enemmän henkilövahinko-onnettomuuksia kuin onnettomuuksien kokonaismäärää. Ilmiö johtunee Salusjärven mukaan vakavuusasteen ja nopeuden välisestä riippuvuudesta.



Kuva 9. Keskinopeuden muutoksen vaikutus onnettomuusmäärään /47/.

Salusjärven tutkimusten mukaan pienillä keskihajonnan muutoksilla on vain vähäisiä vaikutuksia onnettomuusmääriin (kuva 10).



Kuva 10. Nopeuden keskihajonnan ja onnettomuusmuutoksen välinen riippuvuus /47/.

Nopeuksien hajontaan liittyvissä vaikutuksissa viitataan usein USA:ssa tehtyyn amerikkalaisia moottoreita koskeneeseen tutkimukseen (Solomon 1964), jossa on tarkasteltu mm. onnettomuusasteen suuruutta keskinopeudesta poikkeavilla nopeuksilla ja todettu, että sekä suurilla keskinopeutta pienemmillä että suuremmilla nopeuspoikkeamilla on suuria onnettomuusasteita /10/.

Ruotsalaisten tutkimukset /30/ ovat osoittaneet nopeuden ja turvallisuuden välisestä riippuvuudesta seuraavaa:

- kuolemaan johtavien onnettomuuksien määrä suhteessa liikennesuoritteeseen muuttuu nopeuden neljännen potenssin mukaan ( $V^4$ ),
- henkilövahinkoihin johtavien onnettomuuksien määrä suhteessa liikennesuoritteeseen muuttuu nopeuden kolmannen potenssiin mukaan ( $V^3$ ) ja
- poliisin raportointien onnettomuuksien kokonaismäärä suhteessa liikennesuoritteeseen muuttuu nopeuden toisen potenssin mukaan ( $V^2$ ).

Tutkimuksessa /30/ esitetyn mallin mukaan nopeusmuutoksesta seuraa:

$$\begin{array}{lcl} \text{Kuolleiden määrä} & \text{Kuolleiden määrä} & \\ \text{henkilöautoa kohti} & = & \text{henkilöautoa kohti} * (V_i / V_0)^4 \\ \text{nopeudella } V_i & & \text{nopeudella } V_0 \end{array}$$

Onnettomuuskustannusten muutosten laskemisessa ruotsalaisissa tutkimuksissa on käytetty seuraavaa mallia, kun nopeus muuttuu  $V_0 \rightarrow V_i$ :

$$d_i = d_0 * (V_i / V_0)^4$$

$$s_i = s_0 * (V_i / V_0)^3 + d_0 * (1 - (V_i / V_0)^4)$$

$$l_i = l_0 * (V_i / V_0)^2 + s_0 * (1 - (V_i / V_0)^3)$$

- d tarkoittaa kuolleiden määrää onnettomuuteen osallisten henkilöautojen määrää kohti,
- s tarkoittaa vaikeasti vammautuneiden määrää osallisautojen määrää kohti ja
- l vammautuneiden määrää osallisautojen määrää kohti.

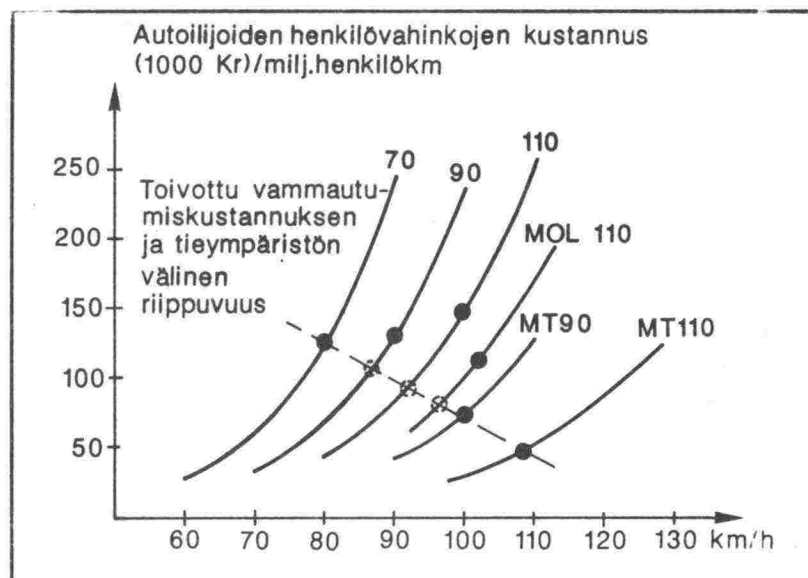
Mallin mukaan kuolleiden ja vammautuneiden määrä onnettomuuteen osallisten henkilöautojen määrää kohti on siten:

$$d_i + s_i + l_i = d_0 + s_0 + l_0 * (V_i / V_0)^2$$

Laskentamallin mukaan onnettomuusaste tulisi laskea henkilöautojen ajokilometrien mukaan ja onnettomuusaste (onnettomuuteen osallisten autojen määrä suhteessa henkilöautojen ajokilometreihin) muuttuu nopeuden kolmannen potenssin suhteessa ( $V^3$ ):

$$r_i = r_0 * (V_i / V_0)^3$$

Laskentamallilla laskettiin autoilijoiden henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien kustannukset miljoonaa henkilöautokilometriä kohti (kuva 11) ja todettiin, että moottoriliikennetien ja tavallisen yksiajorataisen 110 km/h nopeusrajoituksen omaavan tien onnettomuuskustannukset olivat melko korkeat. Tavoiteltava kustannustaso, jossa myös parempien teiden on oltava turvallisempia, edellyttäisi näillä teillä nopeustason alentamista 5 - 10 km/h /26/.



Kuva 11. Henkilöautoilijoiden henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien kustannukset eri tieoloissa Ruotsissa 1980-luvun alussa /30/.

Ruotsin tielaitoksen tienpidon toimenpiteiden vaikutustarkasteluja koskevissa ohjeissa /8/ todetaan yhteenvetona nopeusrajoitusten vaikutuksesta, että:

- eri puolilla saadut tulokset ovat hyvin samansuuntaisia,
- tulokset kuvaavat yleensä lyhyen ajan vaikutuksia ja useissa tapauksissa rajoitusten alentamisen turvallisuusvaikutus on pienentynyt, koska nopeudet ovat ajan mittaan kasvaneet,
- seurauksiltaan vaikeimmat onnettomuudet riippuvat eniten nopeudesta ja tämän johdosta kuolemaan johtavat onnettomuudet vähenevät enemmän rajoituksen vaikutuksesta kuin kaikki onnettomuudet
- koska kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien kustannus on suuri, johtaa rajoituksen alentaminen huomattavaan onnettomuuskustannusten pienemiseen (taulukko 5).

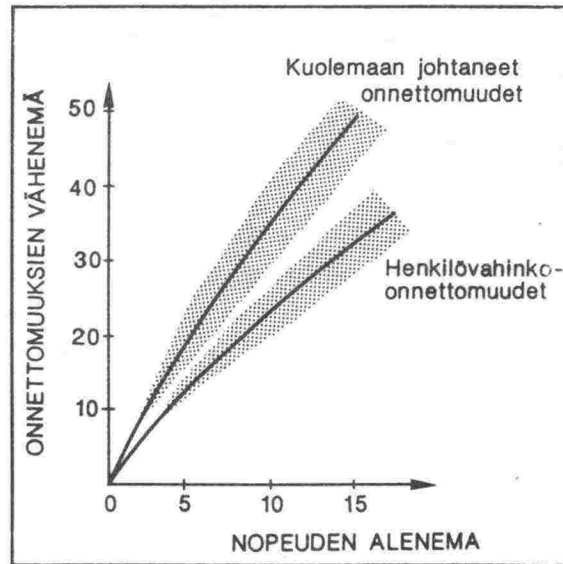
Norjalaisessa liikenneturvallisuuden käsikirjassa /57/ on myös tarkasteltu pohjoismaisten ja myös muiden maiden nopeusrajoitusten vaikutuksia selvittävien tutkimusten tuloksia (kuva 12) ja yhteenvetona todettu mm:

- nopeusrajoitusten alentaminen johtaa lähes aina pienempään keskinopeuteen ja pienempään henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrään,
- onnettomuusmäärä vähenee, jos rajoitus asetetaan 85 %-pisteen nopeutta alemmalle tasolle,
- mitä enemmän keskinopeus pienenee sitä enemmän pienenee myös onnettomuuksien määrä,
- rajoituksen korottaminen kasvattaa yleensä nopeuksia ja onnettomuusmäärää,
- rajoituksen alentaminen johtaa usein myös rajoitusta ylittävien osuuden kasvuun, jota voidaan torjua tehostamalla poliisin liikenteen valvontaa,
- rajoituksen alentamisella on suurin vaikutus nopeuksiin ja onnettomuuksiin hyvissä sää- ja kelioloissa.

*Taulukko 5. Nopeusrajoitusten muuttamisen vaikutus onnettomuusmäärään ja onnettomuuskustannukseen /8/.*

Nopeusrajoitusmuutos (km/h)	Onnettomuuskustannusmuutos (%)
90/70	- 20 %
70/90	+ 25 %
110/90	- 20 %
90/110	+ 25 %





Kuva 12. Onnettomuusmäärän muutos keskinopeuden muutoksen mukaan norjalaisen käsikirjan mukaan /57/.

Norjassa on myös erikseen tutkittu edellä esitetyn ruotsalaisen laskentamallin (onnettomuusmuutos - nopeusmuutos) sopivuutta pohjoismaisten tutkimustulosten mukaan /9/. Selvityksessä todetaan, että malli kuvaa onnettomuuksien muutoksia suhteellisen hyvin. Selvityksen mukaan henkilövahinkoihin johtavien onnettomuuksien määrän muutos tapahtunee kuitenkin nopeussuhteen ( $V/V_0$ ) potenssin arvolla 2 ... 2,5. Selvityksessä todetaan lopuksi, että tutkimustuloksissa on suuri hajonta ja tarkkaa riippuvuutta ei siten vielä tunneta.

Ruotsissa alennettiin kesällä 1989 nopeusrajoitukset 110 km/h teillä väliaikaisesti (22/6-20/8) 90 km/h:ksi. Vertailtaessa onnettomuusmuutoksia suhteessa niihin teihin, joilla koko ajan oli voimassa 90 km/h nopeusrajoitus todettiin, että nopeusrajoituksen alentaminen vähensi 13 % henkilövahinkoonnettomuuksia ja 25 % kuolemaan ja vaikeisiin vammoihin johtaneita onnettomuuksia. Henkilöautojen keskinopeus aleni tutkimuksen mukaan moottoriteillä 14,5 km/h ja kaksikaistaisilla teillä 11 km/h. Muilla 90 km/h-teillä keskinopeus pieneni 2,6 km/h. Saadut tulokset vastaavat siten hyvin aikaisemmissa nopeusrajoitustutkimuksissa saatuja tuloksia. Voidaan myös todeta, kuten aikaisemmat tutkimuksetkin ovat osoittaneet, että vakavien onnettomuuksien määrä pieneni eniten nopeusrajoitusten alentamisen johdosta /59/.

Tanskassa tutkittiin 1980-luvun lopulla miten 1.10.1985 voimaan astunut taajama-alueiden yleinen 50 km/h nopeusrajoitus vaikutti turvallisuuteen. Aikaisemmin taajama-alueiden yleinen rajoitus oli 60 km/h. Tutkimuksen /10/ mukaan nopeusmuutokset vaihtelivat kohteittain, mutta yleisimmin nopeudet alenivat pääteillä 3 - 4 km/h. Kuntien omilla teillä alenema oli noin 1,4 km/h. Näillä teillä nopeudet olivat ennen rajoituksen alentamista myös alemmalla tasolla.

Tanskassa tehdyn tutkimuksen mukaan taajama-alueiden nopeusrajoituksen alentaminen pienensi henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrää 8,7 %, mutta liikenteessä kuolleiden määrää 23,1 % /10/. Sveitsissä kokeiltiin myös yleistä 50 km/h nopeusrajoitusta ja todettiin, että henkilövahinko-onnettomuudet vähenivät 9,3 % ja henkilövahingot 9,7 % /10/.

USA:ssa oli pitkään voimassa 55 mph maksimirajoitus. Rajoitus tuli voimaan ensimmäisen energiakriisin aikana vuonna 1973 ja aiheutti yhdessä muiden tekijöiden kanssa huomattavan muutoksen onnettomuuksien määrässä /40/. Kuolleiden määrä 100 miljoonaa autokilometriä kohti aleni 16 prosenttia. Pääteillä maaseutuoloissa vastaava alenema oli noin 34 %.

Vuosien mittaan nopeusrajoituksen noudattaminen väheni USA:ssa huolimatta siitä, että haastattelututkimusten mukaan noin 70 % haastatelluista kannatti rajoitusta. Poliisi näytti vuosien mittaan myös sallivan yhä suurempia nopeusrajoitusten ylityksiä. Myös rajoitusten kannatus väheni siten, että vuonna 1985 rajoitusta kannatti enää 50 % haastatelluista. Rajoituspäätöstä muutettiin tämän jälkeen niin, että pääteillä maaseutuolosuhteissa voitiin rajoitus korottaa 65 mph:ksi /40/.

USA:ssa tehtyjen arvioiden mukaan nopeusrajoituksen korottaminen 55 mph:sta 65 mph:iin lisäisi liikenteessä kuolleiden määrää noin 500:lla. Tehty aikasarjatarjasteluun perustuva tutkimus osoitti, että niissä 40:ssä osavaltiossa, jossa rajoitusta korotettiin, kasvoi kuolleiden määrä runsaat 15 % niillä teillä, joilla rajoitusta muutettiin /14/. Saman tutkimuksen mukaan nopeusrajoituksen korottaminen kasvatti 5 % kuolleiden määrää myös niillä teillä, joilla nopeusrajoituksia ei muutettu.

Nopeuksien korottamisen vaikutusta selvittäneessä USA:ssa tehdyssä tutkimuksessa nopeusrajoituksen vaikutusta tarkasteltiin mallien avulla. Niissä käytettiin onnettomuusmäärän selittäjinä:

- 65 mph rajoituksen voimassaoloa,
- työttömyysastetta,
- kuukausivaihtelua,
- viikonlopun päivien määrää kuukaudessa,
- lineaarista trendiä ja
- turvavyön käyttöä koskevan lain voimassaoloa.

Sveitsissä alennettiin 1.1.1985 moottoriteiden ylimmät rajoitukset 130 km/h:sta 120 km/h:iin ja maaseutuoloissa olevien muiden teiden korkeimmat rajoitukset 100 km/h:sta 80 km/h:iin. Alennetut rajoitukset olivat voimassa vuoden 1989 loppuun asti. Samalla tutkittiin mitä liikenne- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia nopeuksien alentaminen aiheutti.

Sveitsiläiset tutkimustulokset nopeusrajoitusten vaikutuksesta vastasivat hyvin pohjoismaissa saatuja tuloksia. Tutkimuksen /54/ mukaan mm:

- 80 km/h rajoitus tasoitti liikennevirtaa ja paransi liikenneturvallisuutta vähentäen erityisesti vakavia onnettomuuksien seurauksia,

- 120 km/h tasoitti myös vähän liikennevirtaa ja vaikutti myös positiivisesti turvallisuuteen,
- myös taajama-alueiden turvallisuustilanne parani rajoitusten alentamisen jälkeen, mutta tutkimuksen mukaan ei voida päätellä, johtuiko vähenemä taajama-alueiden ulkopuolella toteutetuista rajoitusmuutoksista,
- nopeudet alenivat rajoitusten alentamisen vaikutuksesta, kuitenkin myös nopeuksien ylitykset lisääntyivät,
- lähes 70 % kaikista haastatelluista piti rajoitusmuutoksia sopivina ja enemmistö yleensäkin kannatti muutosta 80/120 km/h.

Yhteenvedona sveitsiläisessä tutkimuksessa mainitaan, että rajoitukset vaikuttivat myönteisesti liikenneturvallisuuteen. Ne tasoittivat liikennevirtaa ja pienensivät nopeuksia ja tämä muutos on suorassa yhteydessä onnettomuusmuutokseen.

Maiden välisen liikenneturvallisuustilanteen yleisvertailussa on usein käytetty hyväksi ns. Smeedin kaavaa, joka selittää maittaista kuolleiden määrää väestömäärän ja rekisteröityjen autojen määrän perusteella. Englantilaisessa tutkimuksessa /12/ käytettiin Smeedin kaavaa parempien mallien kehittämisen lähtökohtana ja vertailtiin turvallisuustilannetta ja nopeusrajoitusten merkitystä 21:n maan tietojen perusteella. Tutkimuksessa päädyttiin malleihin, jotka selittivät liikenneonnettomuuksissa kuolleiden ja vammautuneiden määrää väestömäärällä, ajoneuvomäärällä ja maaseutu- ja taajama-alueiden tärkeimmällä rajoitusarvolla. Tutkimuksessa saadut tulokset osoittivat, että pienemmät rajoitukset johtavat pienempään onnettomuusmäärään, ja että 10 km/h rajoitusmuutoksella on taajama-alueella (muutos 60/50 km/h) suurempi vaikutus turvallisuuteen kuin maaseutuoloissa tehdyllä vastaavan suuruisella muutoksella (100/90 km/h).

VTT tutki tie- ja vesirakennushallituksen toimeksiannosta vuoden 1976 nopeusrajoitusmuutosten vaikutuksia liikenneturvallisuuteen. Tutkimuksen mukaan nopeusrajoitusten korottaminen lisäsi onnettomuuksia ja alentaminen vastaavasti vähensi onnettomuuksia ja vakavuusastetta. Tutkimuksessa todettiin myös, että 100 km/h nopeusrajoitusten alueella oli kohteita, joissa onnettomuusmäärä ylitti vapaan nopeuden aikaisen määrän. Tutkimuksen mukaan tämä saattaa johtua siitä, että nopeusrajoitus koetaan ohjeellisena ja nopeudet ovat liian suuria etenkin huonoissa sää-, keli-, valaistus- ja näkyvyysoloissa /20/.

Suomessa on parhaillaan meneillään talviajan nopeusrajoitusten kokeilu, jossa on mukana noin 4000 km teitä, joilla ennen kokeilua oli voimassa 100 km/h nopeusrajoitus. Lisäksi moottoriteiden 120 km/h nopeusrajoitukset alennettiin kokeilun ajaksi 100 km/h:iin. Puolet kokeiluun kuuluvista teistä oli kohteita, joilla nopeusrajoitus alennettiin 100 km/h:sta 80 km/h:iin ja puolet jäi vertailuteiksi. Talvirajoitusta on kokeiltu kahtena talvikautena (1.11.1987 - 29.2.1988 ja 1.11.1988 - 29.2.1989) /4/. Ensimmäisen kokeilutalven tulokset osoittivat, että 80 km/h talvirajoitus alensi kaikkien autojen keskinopeutta 3 - 4 km/h ja henkilöautojen keskinopeutta 4 - 5 km/h. Moottoriteillä nopeudet olivat kokeilun aikana noin 3 - 4 km/h alempana kuin ennen kokeiluaikaa.



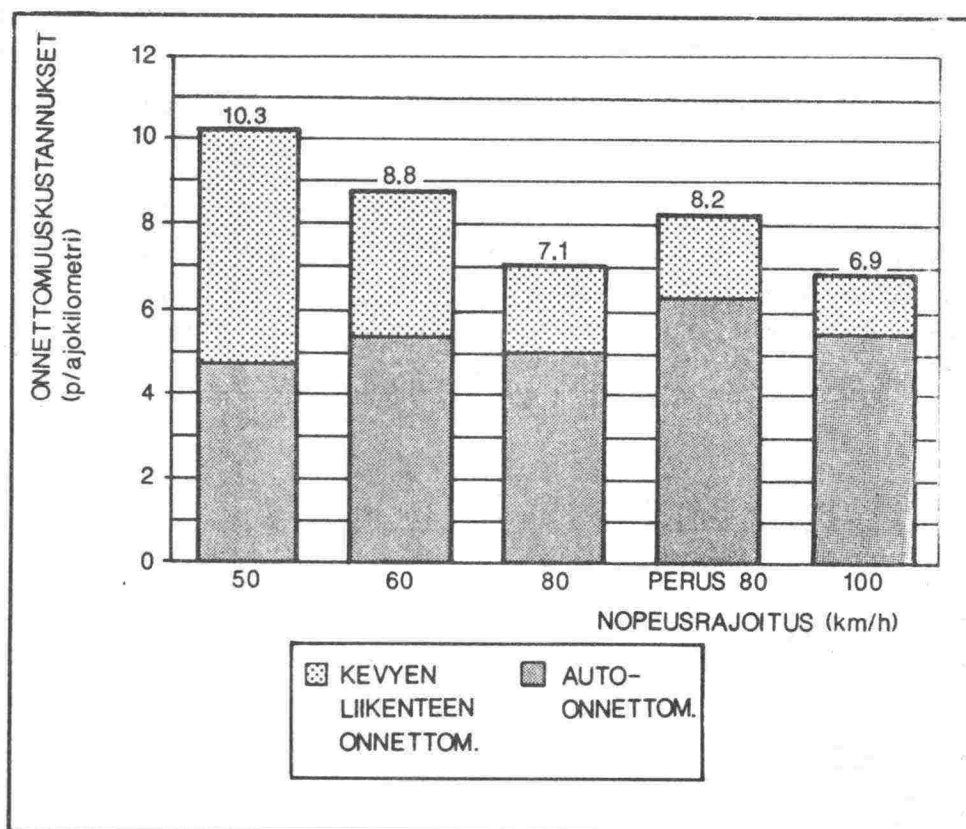
Talvirajoituskokeilun ensimmäisen vaiheen onnettomuustutkimukset osoittivat, että onnettomuuksien määrä väheni 12 % ja onnettomuuskustannukset 35 % alemman rajoituksen vaikutuksesta /36/. Tutkimuksen mukaan näyttäisi siltä, että talvirajoitus vähensi eniten vakavimpien onnettomuuksien määrää. Saatu tulos ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä. Talvirajoitus vähensi yksittäis-, risteämis-, ja kohtaamisonnettomuuksia. Peräänajo- ja ohitusonnettomuuksien määrä saattoi sen sijaan jopa kasvaa. Onnettomuuksien vähenemä koski erityisesti hyviä tie- ja kelioloja ja sellaisia vilkkaasti liikennöityjä teitä, joilla oli paljon raskasta liikennettä. \*)

Helsingissä nostettiin vuonna 1982 ja 1983 eräiden pääkatujen nopeuksia 50:stä 60 km:iin ja 70:stä 80 km:iin tunnissa ja samalla tutkittiin toimenpiteen vaikutuksia liikenteeseen ja turvallisuuteen. Konfliktimittauksiin perustuva turvallisuustarkastelu osoitti, että moottoriajoneuvojen vaaratilanteet eivät näyttäneet lisääntyneen liittymissä. Jalankulkijoiden ja linja-autopysäkkien turvallisuuden arvioitiin kuitenkin huonontuneen nopeusrajoitusten korottamisesta johtuneesta ajonopeuksien kasvusta /14/. Tutkimuksessa viitataan myös siihen, että turvallisuus on voinut muulla katuverkolla parantua, jos liikennettä on siirtynyt pääväylille.

Tie- ja liikenneympäristöt eroavat eri nopeusrajoitusalueilla. Ero on havaittavissa mm. onnettomuusluokkien jakaumassa. Nopeusrajoituksia 50 - 80 km/h käytetään usein taajama-alueilla tai niiden lähialueilla ja niillä tapahtuu suhteellisesti enemmän kevyen liikenteen onnettomuuksia. Nopeusrajoitusta 100 km/h käytetään yleensä hyvissä tieoloissa, jolloin autoliikenne on eroteltu kevyestä liikenteestä ja selvissä maaseutuoloissa. Tämä näkyy hyvin myös keskimääräisissä onnettomuskustannuksissa /35/, joissa kevyen liikenteen osuus pienenee rajoituksen kasvaessa (kuva 13).

\*) Tutkimus valmistui keväällä 1991 ja loppuraportit ovat ilmestyneet VTT:n julkaisusarjassa (tiedotteet 1222, 1223 ja 1224)





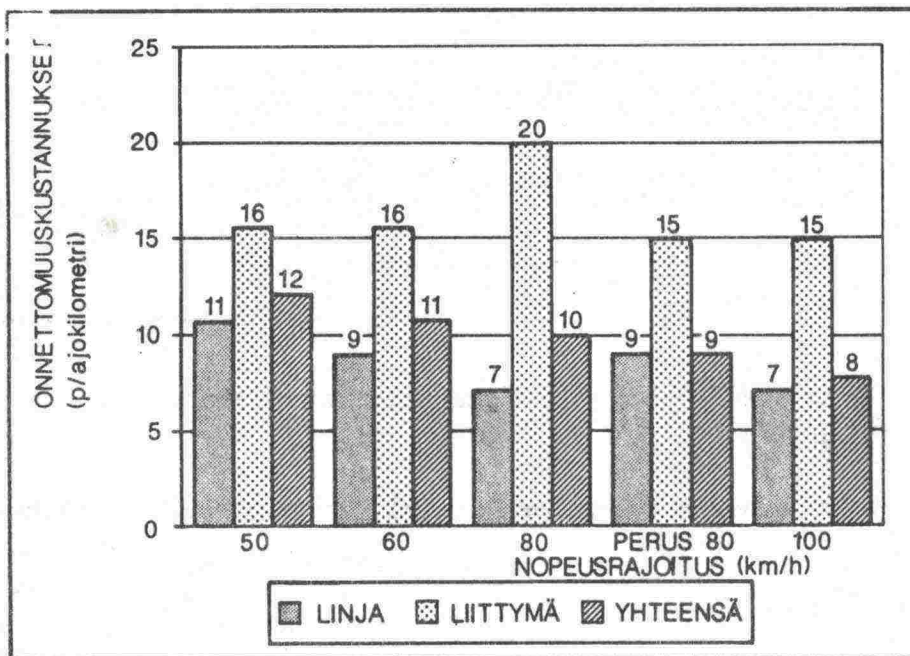
Kuva 13. Keskimääräiset onnettomuuskustannukset ajokilometriä kohti eri nopeusrajoituksilla [35].

Tie- ja vesirakennushallituksen onnettomuuskustannuksia koskevan tutkimuksen [35] mukaan korkealuokkaisilla teillä ja suurilla nopeusrajoituksilla tapahtunut onnettomuus johtaa selvästi keskimääräistä suurempiin onnettomuuskustannuksiin. Syyksi epäiltiin seurausten vakavoitumista ja tutkimuksissa mainitaankin, että saman yksikkökustannuksen käyttäminen eri rajoituksille johtanee siihen, että suurille rajoituksille saadaan todellista pienemmät kustannukset.

Vuoden 1988 kustannustasossa tehdyt onnettomuuskustannuksia koskevat tarkastelut osoittivat, että poliisin tietoon tullut onnettomuus aiheutti yleisillä teillä käytetyn laskentamenetelmän mukaan keskimäärin 9,1 pennin kustannukset ajokilometriä kohti. Onnettomuuksissa kuolleiden kustannukset olivat tutkimuksen mukaan yli puolet kaikista onnettomuuskustannuksista ja suurimmillaan pääteillä.

Onnettomuuskustannusten tutkiminen osoitti edelleen, että liittymäalueilla keskimääräinen onnettomuuskustannus ajokilometriä kohti oli yli kaksinkertainen verrattuna tielinjan kustannuksiin (16,7 ja 8,0 p/ajokm). Liittymäalueeksi on tällöin katsottu 200 metrin matka eri haaroilla liittymäalueen keskisteestä (kuva 14).

Nopeusrajoitusten yleisissä määrittämisperusteissa rajoituksen perusarvoon vaikuttavat tien leveys ja liikennemäärä (taulukko 1). Onnettomuuskustannuksien osalta on todettu /53/, että liikennemäärän kasvu näyttäisi alentavan ajoneuvokilometriä kohti laskettua keskimääräistä onnettomuuskustannusta poikkeuksena valtatie, joilla lisääntynyt liikennemäärä kuitenkin näyttää kasvattavan onnettomuuskustannusta. Nopeusrajoituksittain tarkasteltuna vain 100 km/h rajoituksen alueella liikennemäärän kasvu lisäsi onnettomuuskustannusta. Keskimääräiset onnettomuuskustannukset pienenevät liikennemäärän (KVL, autoa/vrk) kasvaessa, koska erityisesti yksittäis-, jalan- kulk-, polkupyörä- ja mopedionnettomuuksien kustannukset pienenevät. Liikennemäärän kasvaessa lisääntyivät kuitenkin ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksien kustannukset.



Kuva 14. Keskimääräiset onnettomuuskustannukset (p/km) liittymäalueilla ja tien linjaosuuksilla eri nopeusrajoituksilla /53/.

Summala toteaa tutkimuksessaan /53/ yhteenvedona nopeusrajoituksista, että niillä on välittömiä, turvallisuutta lisääviä vaikutuksia nopeustasoon, nopeuksien hajontaan ja ohitusten määrään. Summalan mukaan olennainen seikka on se, että rajoitusten vaikutuksesta voidaan tien ja ajoneuvon parannustoimenpiteiden vaikutukset hyödyntää parantuneena turvallisuutena.

Yhteenvedona nopeusrajoitusten vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen voidaan tutkimusten mukaan todeta mm. seuraavaa:

- vaikutus liikenneonnettomuuksiin riippuu siitä, miten rajoitukset vaikuttavat liikenteen käyttäytymiseen ja erityisesti käytettyihin nopeuksiin,
- rajoitukset vaikuttavat yleensä sekä onnettomuuksien määrään (tapahtumisen todennäköisyys) että onnettomuuksien seurauksiin,

- pienempi keskinopeus merkitsee yleensä pienempää onnettomuusmäärää ja vähäisempiä vammoja onnettomuuksien tapahtuessa,
- yleensä rajoitusten alentaminen pienentää ja korottaminen kasvattaa onnettomuuksien määrää,
- rajoitukset saattavat kuitenkin myös lisätä onnettomuuksien määrää mm. silloin, kun rajoitus on asetettu korkeammaksi kuin 85 %-pisteen nopeus, ja kun rajoitus on olosuhteisiin nähden liian korkea ja koetaan ohjeelliseksi nopeudeksi,
- rajoituksien vaikutus muuttuu nopeustason muuttuessa siten, että nopeuksien kasvu pienentää saatavia hyötyjä ja
- rajoitusten muutosten vaikutus voi heijastua myös muualla kuin muutoskohteissa tienkäyttäjien nopeuskäyttäytymiseen.

### 3.2.2 Energian kulutus

Vuonna 1973 määräsi liikenneministeriö koko maahan yleisen 80 km/h nopeusrajoituksen (energianepeusrajoitus) noin kuudeksi kuukaudeksi. Yleisen 80 km/h rajoituksen asettamista perusteltiin erityisesti polttoaineen kulutuksen säästämisellä. Pienemmät rajoitukset pysyivät entisellään, vain 100 km/h ja 120 km/h rajoitukset alennettiin 80 km/h:ksi.

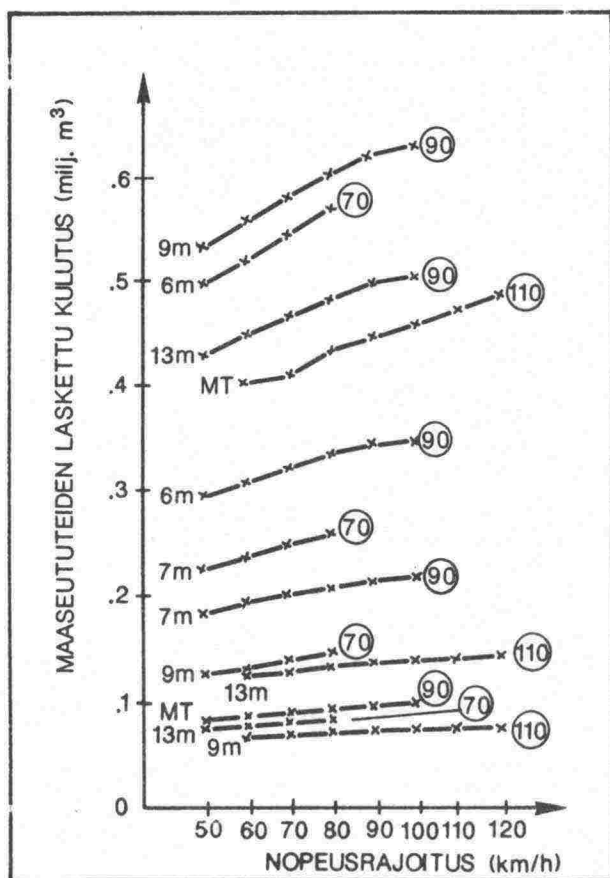
Rajoituksen vaikutuksia koskenut tutkimus /46/ osoitti, että keskinopeus aleni yleisen nopeusrajoituksen kokeiluajana noin 6,0 km/h. Rajoitusten alentamisen vaikutusta polttoaineenkulutukseen selvitettiin mm. tie- ja vesirakennushallituksessa. Tehtyjen laskelmien mukaan polttoaineenkulutus pieneni rajoituksen vaikutuksesta arviolta 2 - 6 %.

Nopeusrajoituksien vaikutusta energian kulutukseen selvitettiin myös yhteispohjoismaisessa tutkimuksessa /63/, joka valmistui vuonna 1986. Tutkimuksessa tarkasteltiin yleisten ja tiekohtaisten rajoitusten vaikutusta polttoaineen kokonaiskulutukseen.

Yhteispohjoismaisessa tutkimuksessa käytettiin tietokonemallia, jossa polttoaineen kulutusta tarkasteltiin vapaissa ajo-olosuhteissa käyttäen hyväksi 14 ruotsalaisten olosuhteiden mukaan tehtyä tyyppitietä. Menetelmässä tyyppiteille muodostettiin niiden ajoneuvokoostumasta vastaavat tilanteet kussakin maassa (Norja, Ruotsi, Suomi ja Tanska) ja polttoaineen kulutus laskettiin erikseen kullekin ajoneuvotyyppille. Samalla vaihdeltiin nopeusrajoituksia ja saavutettava nopeustaso arvioitiin aikaisempien tutkimusten perusteella.

Tutkimuksen mukaan polttoaineen kulutus pienenisi ruotsalaisissa oloissa noin 2 %, jos moottoriteiden nopeus olisi enintään 90 km/h ja 110 km/h-teiden ja muiden teiden enintään 60 km/h. Kulutuksen minimi saavutettaisiin tutkimuksen mukaan silloin, kun moottoriteillä olisi 60 km/h ja muilla teillä 50 km/h rajoitukset. Säästö nykyisiin rajoituksiin nähden olisi Ruotsissa tällöin 10 - 12 % (kuva 15)/63/.





Kuva 15. Laskettu koko polttoaineen kulutus eri nopeusrajoituksilla maaseutuoloissa Ruotsissa. Tieolot kuvattu päällysteen leveyden ja vallitsevalla nopeusrajoituksen avulla [64].

Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan siten todeta, että nopeusrajoituksilla voidaan vain vähän pienentää koko tieliikenteen polttoaineen kulutusta, vaikka rajoitukset tieverkolla asetettaisiin melko alhaisiksi.

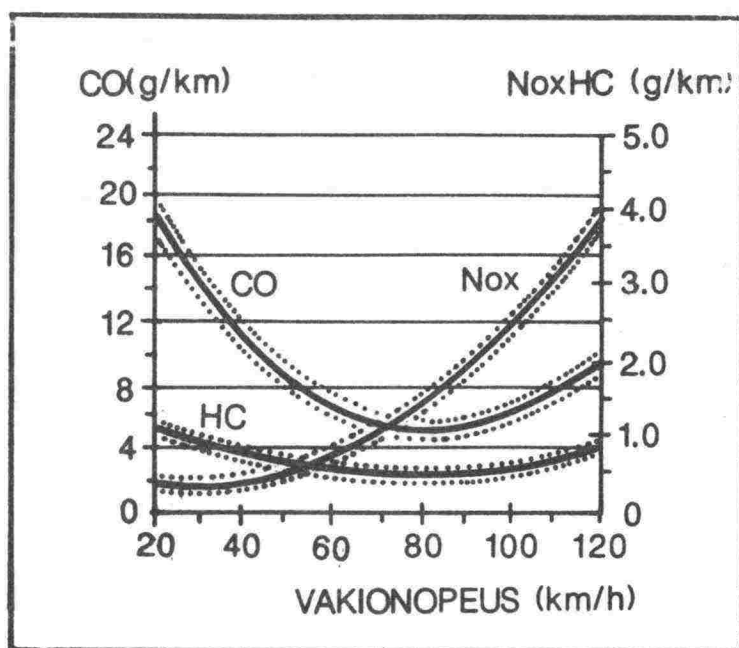
### 3.2.3 Päästöt ja melu

Liikenteen päästöistä ihmiselle välittömästi haitallisimpina pidetään hiilimonoksidia (CO) eli häkää, hiilivetyä (HC), typen oksideja (NOx) ja hiukkasia. Päästöjen haitallisuus ihmiselle riippuu altistumisesta. Kaupunki- ja taajama-oloissa altistutaan yleensä enemmän päästöille, koska asutaan yleensä väylien välittömässä läheisyydessä. Maaseutuoloissa päästöille ei altistuta samassa määrin, mutta päästöt leviävät kuitenkin ympäristöön ja ilmakehään.

Päästöjen määrä on erilainen eri ajoneuvotyypillä. Bensiinikäyttöiset autot tuottavat suuren osan hiilimonoksidista. Dieselikäyttöiset autot tuottavat suhteellisesti enemmän typen oksideja ja hiukkasia [23]. Päästöjen ja nopeuden välinen riippuvuus on dieselajoneuvoilla monimutkaisempi kuin bensiinikäyttöisillä. Raskailla dieselajoneuvoilla myös ajoneuvon kuorma vaikuttaa päästöihin [19]. Bensiinikäyttöisten autojen katalysaattoreilla voidaan vähentää 70 - 80 % CO-, HC- ja NOx-yhdisteistä [23].



Nopeusrajoituksilla vaikutetaan käytettyihin nopeuksiin ja sitä kautta myös syntyvien päästöjen määriin. Nopeuden vaikutus päästöihin on erilainen eri yhdisteillä. Hiilimonoksidilla ja hiilivedyillä päästöjen minimi on nopeuksilla 70 - 90 km/h ja typen oksidien määrä kasvaa nopeuden kasvaessa (kuva 16) /19,37,39/.



Kuva 16. Bensiinikäyttöisten henkilöautojen päästöt eri nopeuksilla /44/.

Ajoneuvojen kiihdytykset ja hidastukset liikennevirrassa vaikuttavat päästöjen määrään. Tutkimusten mukaan /56/ päästöjen määrät kasvavat erittäin suuriksi, jos liikennevirta pysähtelee ja on ruuhkautunut.

Nopeudella on suurin vaikutus ilman saastumiseen alueella 70 - 110 km/h. Pienillä nopeuksilla ajettaessa on myös ajotavalla huomattava merkitys päästöihin. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan nopeusrajoitusten tarkka noudattaminen yksistään pienentäisi typpipäästöjä noin 15 % ja keskinopeuden pieneneminen 10 km/h noin 19 % /8/.

Liikenteen melun sietokyky vaihtelee eri ihmisillä. On arvioitu, että melusta häiriintyvien ihmisten osuus olisi suomalaisissa taajamissa 30 ... 50 %. Melun vaikutuksia torjutaan monilla eri keinoilla mm. vähentämällä ajoneuvojen melutasoa, rakennusteknillisillä toimenpiteillä ja toimintojen sijoittamisella maankäytön suunnittelun yhteydessä. Monilla suuriliikenteisillä teillä rakennetaan tiiviin asutuksen suojaksi meluesteitä.

Liikenteen melutasoon vaikuttavat mm. etäisyys tiestä, liikennemäärä, liikenteen koostumus, maastomuodot ja tyyppi ja nopeustaso. Pohjoismaisten tutkimusten /8,25/ mukaan nopeuden vaikutus melutasoon on:

$$\text{Melutaso(dBA)} = 58 + 30 * \lg(V/50)$$

Tällöin henkilöauto aiheuttaa esim. 50 km/h nopeudella ja 10 metrin etäisyydellä tiestä 58 dBA:n (muut tekijät vakioitu), 80 km/h nopeudella 72 dBA:n ja 100 km/h nopeudella noin 79 dBA:n melutason.

Nopeusrajoitusten vaikutus melutasoon ja melulle altistumiseen riippuu siten nopeudesta ja muista tie-, liikenne- ja ympäristöoloista. Nopeusseurannan /1/ mukaan henkilöautojen koko vuoden keskinopeus vapaissa ajo-oloissa oli vuonna 1988 nopeusrajoituksen 80 km/h alueella noin 83 km/h, 100 km/h alueella noin 94 km/h ja 120 km/h alueella noin 108 km/h. Melumallin mukaan lasketut melutasot edellä olevien vuosittaisten keskinopeuksien mukaan 10 metrin etäisyydellä keskiviivasta ovat noin 73, 77 ja 81 dBA.

Ruotsalaisten ohjeiden /8/ mukaan melutason taloudellinen merkitys riippuu melusta häiriintyvien ihmisten määrästä. Ohjeissa on todettu, että häiriintyvien osuus riippuu melutasosta ja on esim. 56 - 60 dBA:n alueella 5 % ja 71 - 73 dBA:n alueella jo 100 %.

### 3.3 Onnettomuusaste ja tie- ja liikenneolot

#### 3.3.1 Yleistä

Nopeusrajoitukset vaikuttavat onnettomuusriskiin ja onnettomuuksien vakavuusasteeseen. Jotta rajoituskriteereitä voidaan arvioida ja kehittää, on syytä tuntea ne tärkeimmät yleiset tekijät, jotka vaikuttavat onnettomuusriskiin.

Onnettomuusriskillä tarkoitetaan onnettomuuksien määrän ja onnettomuuskille altistumisen suhdetta, jolla samalla halutaan kuvata onnettomuuteen joutumisen todennäköisyyttä. Riskimitassa käytetyn onnettomuusjoukon tulisi olla käytetyn altistumismittan osajoukko, kun riskimittaa halutaan käyttää kausaalisten johtopäätösten tekoon /49/. Altistumista koskevia kattavia tietoja ei kuitenkaan useinkaan ole käytettävissä ja altistuminen kuvataan yleensä autoilla ajettujen kilometrien määrällä eli liikennesuoritteella. Onnettomuuksien määrän ja liikennesuoritteen suhdetta kutsutaan onnettomuusasteeksi.

Onnettomuusaste riippuu tie-, liikenne-, ympäristö- sekä sää- ja kelioloista. Onnettomuusaste vaihtelee myös ajallisesti ja alueellisesti.

#### 3.3.2 Ajallinen vaihtelu ja keliolot

Onnettomuusaste vaihtelee kuukausittain riippuen vallitsevista oloista. Onnettomuusaste on yleensä korkeimmillaan loka-helmikuussa ja alhaimmillaan keväällä ja alkusyksystä. Kellonajan mukaan tarkasteltuna onnettomuusaste on korkeimmillaan yöaikaan (klo 22-05) /5,47/.

Onnettomuusaste vaihtelee siten myös näkyvyys-, sää- ja keliolojen mukaan. Se on erityisen korkea jäisellä kelillä ja normaalia korkeampi myös märällä ja sohjoisella kelillä. Suurimmat onnettomuusriskit esiintyvät jääkelillä maan eteläosissa ja rannikkoseuduilla. Jääkelin onnettomuudet edustavat 40-80 %

kaikista yleisten teiden talvikauden (tien pinta luminen ja jäinen) onnettomuuksista eri tiepiireissä /39/.

Koska onnettomuusaste vaihtelee ajallisesti vallitsevien olojen mukaan, on myös kokeiltu muuttuvia nopeusrajoituksia. Kokeilut ovat koskeneet talvi-nopeusrajoituksia talvikelien johdosta, tietyksi ajaksi vaihdettavia nopeusrajoituksia ja liikennevirran tilanteen mukaan vaihtuvia rajoituksia. Talvirajoituskokeilu koskee kiinteää aikaa vuodesta, mutta vaihtuvat rajoitukset esim. ruuhka-ajankohtia.

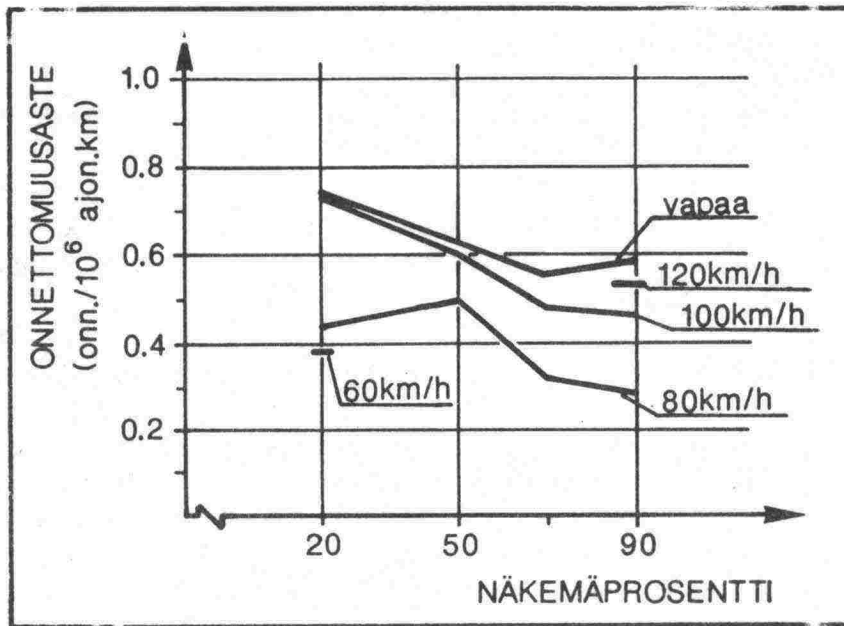
Ennalta säädetyn rytmin mukaan toimivia vaihtuvia nopeusrajoituksia on Suomessa kokeiltu koulujen kohdalla ja yksittäisissä liittymissä /21,60/. Tuusulan tiellä Korsossa kokeiltiin 80 km/h rajoituksen vaihtamista 60 km/h:ksi arkipäivisin klo 6.30 - 8.00 ja 15.45 - 16.45. Keskinopeudet olivat 60 km/h rajoituksen aikana noin 6 - 15 km/h alemmat kuin vastaavana aikana ennentilanteessa. Turvallisuutta selvitettiin konfliktimenetelmällä ja todettiin, että vakavimpien tilanteiden määrä ja riski oli 60 km/h rajoituksen aikana alhaisempi kuin ennentilanteessa 80 km/h rajoituksen aikana /21/.

Valtatiellä 16 Isossakyrössä kokeiltiin automaattisesti vaihtuvaa 60/80 km/h-nopeusrajoitusta /60/. Rajoituksen muutos ohjelmoitiin koulun lukujärjestyksen mukaan vaihtuvaksi. Nopeusmuutos oli suurimmillaan heti järjestelmän toteuttamisen jälkeen, mutta vielä vuodenkin kuluttua 60 km/h rajoitusta noudatettiin melko hyvin, sillä keskinopeus oli noin 61 km/h. TVH:n tekemän tutkimuksen mukaan nopeudet olivat myös normaalia alempana 80 km/h rajoituksen aikana. Lähes kaikki haastatellut tienkäyttäjät pitivät tällaista rajoitusta tarpeellisena.

### 3.3.3 Tie- ja liikenneolojen vaikutus

Useissa tutkimuksissa on todettu, että onnettomuusaste riippuu sekä tien poikkileikkauksesta että tien geometriasta (kuva 16). Tien poikkileikkauksen vaikutusta kuvataan yleensä tien tai päällysteen leveydellä ja tien geometriaa eri näkemäprosentteilla, mäkisyydellä ja kaarteisuudella. Suomalaisissa nopeusrajoituksia koskeneissa tutkimuksissa on todettu, että nopeusrajoituksen 100 km/h alueella 460 m:n näkemien osuuden tulisi ylittää 70 %, jotta onnettomuusaste olisi tyydyttävällä tasolla /46,47/.

Nopeusrajoituksia koskeneissa tutkimuksissa on edelleen todettu, että onnettomuusaste näyttää olevan miltei riippumaton liikennemäärästä, kun arvo ylittää 300 autoa/vrk /42/. Samanlainen tulos liikennemäärän vaikutuksesta on saatu myös Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa /26/. Suomalaiset tutkimukset osoittivat myös, että pienillä liikennemäärillä 100 ja 120 km/h rajoituksilla onnettomuusaste ylitti vapaan nopeuden aikaiset asteet /47/.



Kuva 17. Onnettomuusasteen riippuvuus näkemäprosentista nopeusrajoitusarvoilla /47/.

Suomalaisten nopeusrajoitustutkimusten mukaan myös kuorma-autojen osuus vaikuttaa onnettomuusasteeseen siten, että pienillä liikennemäärillä yli 10 % osuus tuottaa korkeita onnettomuusasteita /47/.

Ruotsissa tutkittiin 1970-luvun loppupuolella tie- ja liikenneolojen vaikutusta onnettomuusasteeseen 90 km/h nopeusrajoituksen alaisilla teillä /5/. Tutkimus osoitti:

- onnettomuusmäärä riippuu ensi sijassa liikennesuoritteiden suuruudesta,
- onnettomuusaste vaihtelee alueittain ja sen suuruus riippuu tien linjauksesta ja päällysteen leveydestä,
- leveillä päällysteillä ei välttämättä ole muita leveyksiä pienempi onnettomuusaste,
- onnettomuustyyppien jakauma riippuu KVL:stä (autoa/vrk),
- onnettomuuksien seurausten aste (kuolleet ja vammautuneet/liikennesuorite) on pienimmillään päällysteen leveyksillä 10,8-12,7 m ja
- onnettomuuksien seurausten aste vaihtelee päällysteen leveyden ja tien linjauksen perusteella.

VTT tutki tie- ja vesirakennushallituksen tilaamassa tutkimuksessa taajamien ja liittymien ulkopuolisten tieosuusien onnettomuusmäärän ja tie- ja liikenneolojen välistä riippuvuutta. Tutkimuksen tuloksena saatiin onnettomuusmallit, jotka selittivät hyvin erityisesti henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien vaihtelua pääteillä /43/. Tutkimuksen mukaan tieosuuden henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrää selittivät parhaiten:

- liikennesuorite,
- päällysteen leveys,



- kaarteisuus,
- mäkisyys,
- yksityisteiden liittymät,
- nopeusrajoitus,
- tieosuuden pituus ja
- liikennemäärä (KVL, autoa/vrk).

Raskaan liikenteen osuus tuli mukaan selittäjäksi vain 80 km/h nopeusrajoitusalueita koskeneisiin malleihin. On mahdollista, että liikennemäärä tulee malleihin selittäjäksi (vaikka liikennesuorite on jo mukana selittäjänä), koska päällysteen leveyden ja liikennemäärän välillä oli selvä korrelaatio tutkimusaineistossa.

Onnettomuusmalleja koskeneet tutkimukset ovat osoittaneet, että vain henkilövahinkoihin johtaneille onnettomuuksille saadaan tuotettua luotettavia malleja. On ilmeistä, että kaikkien onnettomuuksien määrässä on niin paljon vaihtelua ja myös eroja tilastoon tulossa, että tie- ja liikenneolojen systemaattinen vaihtelu peittyy aineiston muuhun vaihteluun.

Onnettomuusmallitutkimus osoitti edelleen, että suurella osalla päätiestöä onnettomuusasteet ovat taajamien ja liittymien ulkopuolella melko pieniä. Vain harvoin 100 km/h rajoituksen alueella esiintyi poikkeuksellisen suuria onnettomuusasteita hyvissä tieoloissa. Tutkimuksen mukaan näyttää siltä, että erityisen suuria onnettomuusmääriä ja onnettomuusasteita esiintyy edelleen mm. taajamien lähialueilla, joilla suureen onnettomuusasteeseen vaikuttavat mahdollisesti tietä ympäröivä maankäyttö, kevyen liikenteen suuri määrä ja ehkä myös olosuhteisiin nähden korkea nopeustaso /43/.

Ruotsissa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien asteessa on vain vähän eroja eri tyyppisissä tieympäristöissä moottoriteitä lukuun ottamatta (pieni onnettomuusaste)/62/. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan henkilövahinkojen onnettomuusriski eroaa sen sijaan huomattavasti eri tieympäristöissä niin, että huonoissa tieoloissa on selvästi korkeampi riski. Riskierot johtuvat ruotsalaisten tutkimusten mukaan erityisesti eroista liittymien ja suojaamattoman liikenteen määrässä. Nopeusrajoitusalueen 50 km/h korkea riski johtuu erityisesti autojen ja jalankulkijoiden sekä pyöräilijöiden välisistä onnettomuuksista.

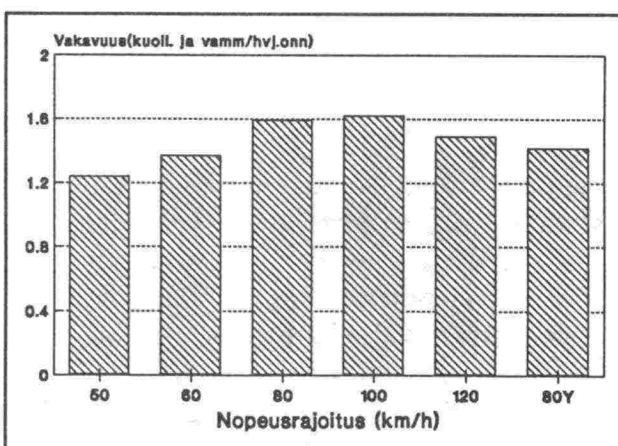
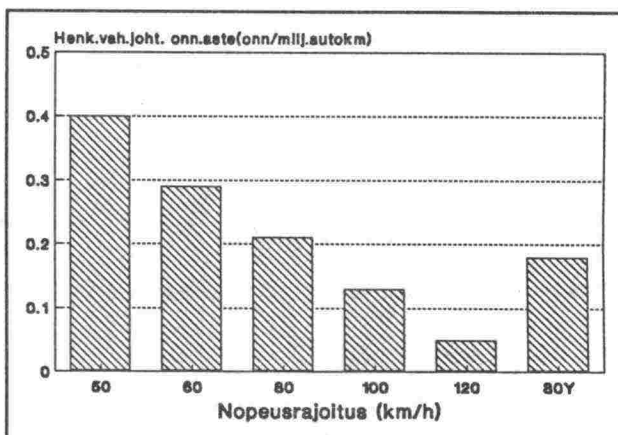
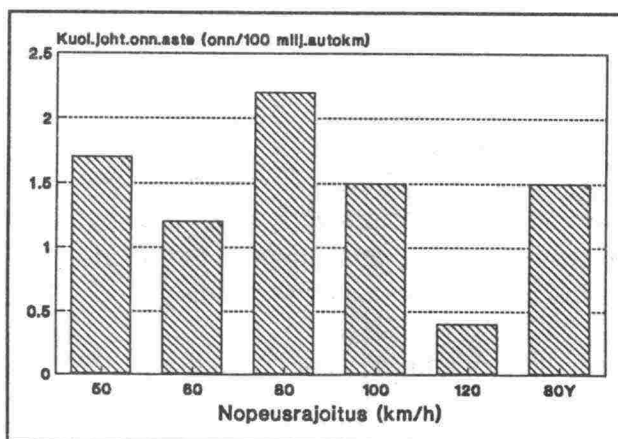
Suomessa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien aste on alhainen moottoriteilla kuten Ruotsissakin, mutta korkea 80 km/h nopeusrajoituksen alueella (kuva 18)/55/. Kuvassa 18 esitettyyn tilanteeseen saattaa vaikuttaa kuitenkin se, että tietojärjestelmä sijoittaa ajallisesti vaihtuvien ja tilapäisten rajoitusten onnettomuuksien tiedot alennetuille rajoituksille, mutta suoritteen pysyvälle korkeammalle rajoitukselle. Tämä aikaansaa aina pienille rajoitusarvoille todellista suuremman onnettomuusasteen ja pienentää vastaavasti korkeimpien rajoitusten astetta. Lisäksi korkea 80 km/h rajoituksen astetta selittää se, että aineistossa on mukana myös pistekohtaisten 80 km/h rajoitusten tiedot (onnettomuusalttiit kohdat, joista kertyy vähän suoritetta lyhyen pituuden vuoksi).

Pohjoismaisen Tieteellisen liiton toimesta vertailtiin moottoriteiden turvallisuustilannetta eri pohjoismaissa 1980-luvun puolivälissä /11/. Selvityksen mukaan moottoriteiden onnettomuusasteen, vakavuusasteen ja nopeustason välillä on selvä riippuvuus. Korkeammat nopeudet näyttävät myös moottoriteillä kasvattavan onnettomuusastetta ja vakavuusastetta. Tarkasteltujen moottoriteillä rajoitus oli Norjan aineistossa 90 km/h ja Tanskan aineistossa 100 ja 110 km/h tunnissa. Ruotsin aineistossa rajoitus oli 110 km/h ja Suomen aineistossa 120 km/h.

Nopeusrajoituksilla vaikutetaan myös liikennekäyttäytymiseen moottoriteillä. Länsiväylällä selvitettiin 120 km/h nopeusrajoituksen alentamisen vaikutusta liikennevirtaan /41/. Nopeus alennettiin tutkittavalla tieosuudella 100 km/h:ksi. Tutkimus osoitti, että nopeusrajoituksen alentaminen pienensi nopeuseroja sekä ajokaistan sisällä että ajokaistojen välillä. Nopeusrajoituksen alentaminen vähensi myös vaarallisen lyhyiden aikavälien määrää liikenteessä. Liikenteen kaistajakauma muuttui siten, että ohituskaistan käyttö väheni rajoituksen alentuessa. Kokonaisuutena alhaisempi nopeusrajoitus tasasi tutkimuksen mukaan liikennevirtaa.

Ulkomailla suuriliikenteisten moottoriteiden turvallisuutta on pyritty parantamaan automaattisilla liikenteenohjausjärjestelmillä. Periaatteena on sovittaa liikennevirta muutostilanteisiin siten, että mm. nopeuksien ja sää- ja keliolojen muutoksista aiheutuvat vaaratilanteet vältetään. Automaattisen ohjauksen avulla varmistetaan teiden tehokas käyttö. Keskeisiä osia automaattisissa järjestelmissä ovat vaihtuvat nopeusrajoitukset tai nopeusopasteet. Turvallisuutta koskeneiden selvitysten mukaan järjestelmillä voidaan pienentää henkilövahinkoja runsaat 20 % /31,59,60/.

Onnettomuustyypeillä on erilainen onnettomuus- ja vammautumisriski. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan /32/ yksittäisonnettomuuden riski ja vammautumisriski on lähes saman suuruinen koko tieverkolla. Ajoneuvojen välisten onnettomuuksien ja seurausten riski on suurimmillaan taajama-alueiden liittymissä. Kohtaamisonnettomuuksien riskit ovat suurimmillaan kaksi-ajokaistaisilla suurilla nopeuksilla liikennöidyillä teillä ja huonoissa tieoloissa. Kuljettajalla on kuitenkin suurin riski joutua onnettomuuteen jalankulkijan, polkupyöräilijän tai mopoilijan kanssa taajama-alueella.



Kuva 18. Kuolemaan ja henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien aste ja kuolleiden ja vammautuneiden määrä henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta kohti eri nopeusrajoituksilla yleisillä teillä vuonna 1988 /55/.

## 4 PÄÄTELMÄ

### 4.1 Nopeusrajoitusten tavoitteet

Nopeusrajoitusten tavoitteena ei yksinomaan ole parantaa liikenneturvallisuutta, vaan pyrkiä säätelemään liikennettä siten, että turvallista, taloudellista ja joustavaa liikennettä sekä miellyttävää elinympäristöä kokevat yhteiskunnan odotukset täyttyvät mahdollisimman hyvin. Nopeusrajoituksia koskeneissa tutkimustuloksissa on todettu, että nopeusrajoituksilla saatavat suurimmat hyödyt ovat kuitenkin peräisin liikenneturvallisuuden muutoksista.

Nopeuksia rajoittamalla voidaan parantaa turvallisuutta ja tuottaa myös muita toivottuja positiivisia vaikutuksia, mutta samalla joudutaan yleensä tinkimään matka-ajasta ja hyväksymään alempi nopeustaso. Koska liikenneturvallisuus on luonteeltaan tilastollinen ilmiö ja onnettomuusriski yhtä kujettajaa ja matkaa kohti suhteellisen pieni, on tienkäyttäjän vaikeaa aina ymmärtää ja hyväksyä kiinteä olosuhteista riippumaton nopeusrajoitus.

Yhteiskunnan arvostukset muuttuvat ajassa. Viime vuosina on yhä tärkeämpänä pidetty mm. ympäristöhaittojen vähentämistä ja liikenneturvallisuustavoitteet eivät enää ole olleet niin keskeisellä sijalla kuin aikaisemmin. Nämä uudet tavoitteet eivät kuitenkaan ole ristiriidassa turvallisuustavoitteiden kanssa, vaan yleensä samansuuntaisia, sillä esim. myrkillisten typpioksidien päästöt ja onnettomuusriskit kasvavat yleensä nopeuksien lisääntyessä.

Nopeusrajoitusten tavoitteet kuvautuvat järjestelmän määrittämisperusteissa ja noudatetussa käytännössä. Tavoitteet tulisi määrittää riittävän konkreettisine, jotta järjestelmää voitaisiin kehittää siten, että asetetut tavoitteet saavutetaan. Aikaisemmin on esitetty, että tienkäyttäjät eivät hyväksy alhaisia nopeusrajoituksia, mikä vaikeuttaa rajoitusten käyttämistä. On myös esitetty, että rajoitusten käyttämistä ei voida perustella, koska niiden noudattamista ei pystytä valvomaan. Uudet tekniikat mahdollistavat kuitenkin tehokkaamman liikenteen valvonnan ja rajoitusten ylityksiin puuttumisen.

Pohjoismaisen nopeusrajoituksia koskeneen selvityksen mukaisesti nopeusrajoitusten päätavoitteet voidaan määrittää yhteiskunnallisten tavoitteiden mukaan ja pyrkiä maksimoimaan hyvinvointia. Maksimointi perustuu tällöin taloudellisiin malleihin ja tavoittelee yleensä joko yhteiskunnallisten liikennekustannusten minimointia jokaisella tieosuudella tai kustannusten tasaimista siten, että kustannus on sama koko tieverkolla. Kustannusten täydellinen minimointi johtaa käytännössä siihen, että nykyisestä sujuvuustavoitteesta jouduttaisiin tinkimään, koska käytetyt nopeudet ylittävät optimitason ainakin hyvissä oloissa.

Liikenneturvallisuuden kannalta huolestuttavaa on nopeuksien jatkuva kasvu, joka ei voi olla heijastumatta onnettomuuksien määrässä. Ilmiö on luonteeltaan yleinen ja näyttää koskevan erityisesti parhaita tieoloja. Nopeuksien jatkuva kasvu on myös pienentänyt nopeusrajoitusjärjestelmän turvallisuutta parantavaa vaikutusta.



Nopeusrajoitusjärjestelmällä voidaan säädellä turvallisuuden perustasoa. Tekniikan kehittyminen on mahdollistanut noudattamisen tehokkaamman valvonnan ja vallitsevien olojen mukaan säätyvien nopeusrajoitusten käyttämisen. Käytettävissä olevien tutkimustulosten perusteella pystytään paremmin arvioimaan eri tavoitteiden vaikutukset liikenteeseen, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen ja samalla arvioimaan myös nopeusrajoitusjärjestelmän kehittämistarpeet. Nykyinen voimassa oleva nopeusrajoitusjärjestelmä toimii hyvin ja on muodostunut itsestään selväksi osaksi liikennejärjestelmää.

Mikäli kehitykseen esim. liikenneturvallisuustilanteen johdosta halutaan vaikuttaa, kannattaisi tarkemmin selvittää myös mahdollisuudet hyödyntää rajoitusjärjestelmän kehittämistä.

## 4.2 Nopeusrajoitusten määrittäminen

Tärkeäksi nopeusrajoitusten tavoitteeksi on osoittautunut liikennetaloudellisten kustannusten optimointi. Tällöin nopeusrajoitukset pyritään asettamaan ajoneuvo-, aika-, onnettomuus- ja myöhemmin myös muiden kustannuskomponenttien summakustannusten optimitasolle. Kustannuskomponentit joudutaan laskelmia varten arvottamaan rahassa, jotta ne olisivat summautuvia. Menetelmällä voidaan yhdistää ristiriitaisia tavoitteita ja etsiä taloudellinen optimi. Sen käyttö ei kuitenkaan ratkaise perusongelmaa turvallisuuden ja muiden tavoitteiden painottamisesta, sillä kullekin kustannuskomponentille on ennen laskentaa määritettävä rahallinen arvo. Komponenttien määrä ja niiden suhteelliset arvot määräävät optimoinnin lopputuloksen.

Nopeusrajoitusten määrittämisperusteissa ei välttämättä tarvitse olla mukana liikennemäärää, kun onnettomuusriskin tasoa halutaan säädellä. Liikennemäärän mukanaolo Suomessa käytetyissä periaatteissa johtuu siitä, että rajoitusjärjestelmää suunniteltaessa haluttiin varmistaa se, että riittävän suureen onnettomuusmäärään pystytään vaikuttamaan. Sama vaikutus voidaan saada aikaan valitsemalla rajoituksia määrittävien kriteerien (esim. tien geometria eri päällysteen leveysluokissa) raja-arvot tavoitteellisen onnettomuusasteen mukaan. Tällöin voidaan kriteerit haluttaessa määrittää siten, että arvioituun onnettomuusmäärään ja turvallisuustilanteeseen päästään.

Suomessa ja muualla pohjoismaissa onnettomuusasteena on usein käytetty kaikkien onnettomuuksien mukaista astetta. Tilastoihin liittyvien puutteiden vuoksi olisi luotettavampaa perustaa tarkastelut kuitenkin esim. henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien asteisiin, loukkaantumisriskiin (kuolleet ja loukkaantuneet/liikennesuorite) ja vakavuusasteeseen (kuolleet ja loukkaantuneet/henkilövahinko-onnettomuus).

Liikennetaloudelliset tarkastelut ovat osoittaneet, että rajoitusten optimiarvot ovat eri tieryhmissä lähellä toisiaan, ja että optimi on yksiajorataisilla teillä yleensä noin 70 - 90 km/h. Moottoriteiden optimiksi on yleensä saatu 80 - 100 km/h. Koska optimiarvoissa ei ole huomattavia eroja eri tieryhmien välillä, voitaisiin periaatteessa rajoitusarvoiksi siten määrätä yleiset optimi-

arvot toteuttavat rajoitukset. Optimit merkitsisivät kuitenkin ilmeisesti nykytasoa alempien nopeusrajoitusten määrittämistä.

Vuosien mittaan tieoloja on parannettu ja samalla on myös korotettu nopeusrajoituksia. Huomattavalla osalla tieverkkoa, erityisesti taajama-alueiden ulkopuolella, on jo voimassa 100 km/h rajoitus. Onnettomuuksien riski on yleensä 100 km/h nopeusrajoituksen teillä tärkeimpien liittymien ulkopuolella melko pieni ja onnettomuusmäärän muutoksiin vaikuttavat keskeisesti liikennesuorite ja yleiset turvallisuuteen vaikuttavat tekijät. Pienillä turvallisuutta parantavilla toimenpiteillä ei näillä teillä yleensä voida enää oleellisesti parantaa turvallisuutta. Nopeusrajoitus 100 km/h ei itseasiassa kuitenkaan rajoita merkittävästi ajonopeuksia, vaan pyrkii poistamaan ylisuuret nopeudet. Alempia rajoituksia on pääteillä edelleen huonoissa tie- ja liikenne- ja ympäristöoloissa sekä erityisesti taajamien lähialueilla.

Tapahtunut kehitys on johtanut siihen, että taajamien ulkopuolella yleisin pääteiden rajoitus moottoriteitä lukuun ottamatta on 100 km/h ja taajamien lähialueilla ja taajamissa käytetään yleensä 80 - 50 km/h rajoituksia. Tiekohtaisten nopeusrajoitusten muotoutuminen vallitsevien olojen mukaan on siten suurelta osin tieolojen parantumisen myötä poistunut taajamaoloja lukuun ottamatta. Hyvissä sää-, keli-, ym. oloissa 100 km/h rajoitus ei merkitse huomattavan suurta keskimääräistä onnettomuusriskiä, mutta on huonoissa oloissa yleensä turvallisuuden kannalta liian korkea rajoitus. Taajamien lähialueilla ja taajamissa on edelleen huomattavia onnettomuuksien kasaantumia ja korkeita onnettomuusriskejä, joissa olisi ilmeisesti syytä harkita pienempien rajoitusten käyttämistä. Näillä alueillahan myös liikenteen valvontaa voidaan paremmin toteuttaa.

#### 4.3 Vaikutukset

Vuosien mittaan on paljon keskusteltu nopeusrajoitusten vaikutuksesta ja erityisesti niiden liikenneturvallisuutta parantavasta vaikutuksesta. Tarkastellut tutkimustulokset ovat tässä mielessä hyvin yhdensuuntaisia, sillä nopeusrajoituksilla on yleensä pystytty parantamaan turvallisuutta, kunhan rajoitusten määrittämisessä on otettu huomioon liikenteen ominaisuudet ja muut vallitsevat olot. Rajoituksilla on myös muita positiivisia vaikutuksia esim. ympäristöhaittoihin. Rajoitukset merkitsevät yleensä nopeustason muutoksia nopeusjakaumassa. Ne saattavat sekä vähentää että lisätä yksittäisten kuljettajien nopeuksia.

Nopeusrajoitusten negatiivisena piirteenä on pidetty sitä, että rajoitukset rajoittavat nopeuden valintaa ja merkitsevät matka-ajan kasvamista. Näinhän yleensä tapahtuu, koska rajoitusten vaikutukset ovat peräisin niistä muutoksista, joita rajoitukset liikennevirrassa aiheuttavat. Kuljettajien arviot matka-ajasta ovat tutkimusten mukaan epätarkkoja ja ilmeisesti, ainakin suurella osin, tehdyistä matkoista rajoitusten ylittämällä säästetään tosiasiassa vain vähän matka-aikaa. Kuljettajien mielipiteiden taustalla on usein halu tehdä itse päätöksiä käyttäytymisestä ja pitkälti myös ajomukavuuteen liittyvät kysymykset.

Rajoitusten vaikutuksista uusimmat tutkimukset antavat paljon uutta tietoa. Nopeustason lisäksi yhä tärkeämmäksi on osoittautunut nopeuksien hajontaan vaikuttaminen, minkä on arvioitu parantavan turvallisuutta, vaikka itse nopeustasoa ei muutettaisi. Tärkeänä piirteenä, joka on jo aikaisemminkin ollut esillä, on mm. se monissa uusissa tutkimuksissa todettu tulos, että nopeusrajoitusten vaikutukset näkyvät sekä niissä kohteissa, joissa muutoksia on toteutettu että myös muualla tieverkolla.

Rajoitusten vaikutuksia koskeneet tutkimukset ovat selvittäneet melko perusteellisesti rajoituksen välittömiä vaikutuksia. Toistaiseksi vähemmässä määrin on tarkasteltu rajoitusten pitkäaikaisia vaikutuksia ottaen huomioon myös muu tapahtunut kehitys. Edelleen ei kuitenkaan riittävän tarkasti tunneta nopeusrajoituksen, nopeuksien, liikennemäärän, ja onnettomuusriskin sekä vammautumisriskin välisiä riippuvuuksia.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

1. Andersen, J., Johannesen, S. Vurdering av gjeldene modell for beregning av fartsgrenser. Trondheim 1984, Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved tekniske hogskole. 8 s.
2. Andersson, G. Hastigheter som funktion av toleransgräns, påföljd ovh övervakningsintensitet. Linköping 1989, Statens väg- och trafikinstitut, rapport 337. 41 s.
3. Autojen nopeudet pääteillä 1988. Helsinki 1989, tie- ja vesirakennushallitus, tutkimuskeskus, TVH 741836-88. 35 s.
4. Beilinson, L. Vuodenajan mukaan vaihdettavat nopeusrajoitukset. Talvinopeuskokeilu 1.11.1987 - 29.2.1988. Espoo 1988, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 685. 35 s.
5. Brude, U. & Larsson, J. En olycksanalys av tvåfältiga huvudvägar med hastighetsbegränsning 90 km/h. Linköping 1977, Statens väg- och trafikinstitut, meddelande nr 55. 51 s.
6. Brude, U. & Larsson, J. Samband vintertid mellan väderlek-väglak-trafikolyckor. Statistisk bearbetning och analys. Linköping 1980, Statens väg- och trafikinstitut, meddelande nr 210. 51 s.
7. Carlsson, G. Är nuvarande hastighetsgränser optimala från trafikekonomisk synpunkt ?. Ett diskussionunderlag. Linköping 1976, Statens väg- och trafikinstitut, meddelande nr 23. 17 s.
8. Effektkatalog. Väg- och gatuinvesteringar. Borlänge 1989, Vägverket, Publ. 1989:16. 336 s.
9. Elvik, R. Sammenhengen mellom endring av gjennomsnittsfart og endring av ulykkestall. Arbeidsdokument 28.11.1988, Transportøkonomisk institutt. 19 s.
10. Engel, U., Thomsen, L. Hastigheder, hastighedsgrænser og ulykker, Udviklingen i ulekkerne i byerne efter indførelse af 50 km/h, Sammenfatning. København 1988, Rådet for Trafiksikkerhedsforskning. Rapport 27. 50 s.
11. Fartgränser - i trafiksikkerhetens tjeneste ?. Oslo 1985. Nordisk Vegtetnisk Forbund, Utvalg 52 Trafiksikkerhet, Rapport nr. 6/1985. 18 s.
12. Fieldwick, R., Brown, R. The effects of speed limits on road casualties. Traffic Engineer and Control, December 1987. 6 s.
13. FoU-program för området hastighetsproblemet. Stockholm 1986, Transport Forsknings Beredningen, TFB-stencil nr 33. 28 s.



14. Garber, S. & Graham, J. The effects of the new 65 mile-per-hour speed limit on rural highway fatalities: a state-by-state analysis. April 1990, Accident and Analysis and Prevention, Vol. 11, No.2. S. 137-149.
15. Hastighetsanpassning i trafiken. Helsingfors 1989, Nordisk Ministerråd, nordiskt seminarium. 27 s.
16. Heinonen, M. Vantaan, Keravan ja Tuusulan nopeusvalvontakokeilu. Helsinki 1987, Liikenneturva, tutkimuksia 89/1987. 40 s.
17. Helsingin pääkatujen nopeusrajoitusarvojen nostamisen vaikutukset. Espoo 1984, Valtion teknillinen tutkimuskeskus ja Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, liikennesuunnitteluosasto julkaisuja LB: 3/84. 39 s.
18. Himanen, V. Kaupunkiliikenteen turvallisuus. Liikennejärjestelyt, laki ja yleinen käyttäytyminen sekä valinta turvallisuuden ja liikkumisen vapauden välillä. Otaniemi 1981, Helsingin teknillinen korkeakoulu, liikennetekniikka, julkaisu 51. 86 s.
19. Kolsrud, B. Hastigheter i landsvägstrafik. Anpassning till skyltad hastighet. Linköping 1984, Statens väg- och trafikinstitut, meddelande nr 415. 18 s.
20. Kulmala, R. Vuoden 1976 nopeusrajoitusmuutosten vaikutus liikenneturvallisuuteen. Espoo, huhtikuu 1979. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, Tiedonanto 48. 63 s.
21. Kulmala, R. Konfliktitutkimus Tuusulantien Korson liittymässä. Espoo, huhtikuu 1985. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 512. 43 s.
22. Liikenteen ohjauksen kehittäminen Länsiväylällä. Taustaselvitys. Syyskuu 1989. Tie- ja vesirakennushallitus ja Viatek Oy. 43 s.
23. Mäkelä, K. & Salusjärvi, H. Pakokaasupäästöt erityyppisillä teillä. Espoo, marraskuu 1989, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 754. 30 s.+ liitteet 66 s.
24. Mäkinen, T., Joki, M., Piipponen, S., Salusjärvi, M., Syvänen, M. Ylinopeuden yhteys muihin ajotaparikkomuksiin. Helsinki 1987, sisäasiainministeriö, poliisiosaston julkaisuja sarja C, 1 - 1 C/1987. 37 s.
25. Mäntynen, J. Liikenteen taloudellinen arvottaminen. Espoo 1988, Neste Oy, energiatalousosasto. 186 s.
26. Nilsson, G. Olyckskvot som trafiksäkerhetsmått. Olyckvotens variation under olika väglags- och ljusförhållanden. Linköping 1976. Statens väg- och trafikinstitut, Rapport nr 73. 35 s.

27. Nilsson, G. Objectives and Criteria for Speed Limit Systems. Linköping 1977, Statens väg- och trafikinstitut, Rapport no. 116A. 17 s.
28. Nilsson, G. & Roosmark, P-O. Förslag till målsättning och kriterier för val av hastighetsbegränsningssystem. Linköping 1976, Statens väg- och trafikinstitut, Rapport nr 76. 48 s.
29. Nilsson, G. & Spolander, K. Effekter av vidtagna trafiksäkerhetsåtgärder under perioden 1968-1976. Linköping 1978, Statens väg- och trafikinstitut, Rapport nr 156. 69 s.
30. Nilsson, G. Hastigheter, olycksrisker och personskadekonsekvenser i olika vägmiljöer. Linköping 1984, Statens väg- och trafikinstitut, Rapport 277. 21 s.
31. Nilsson, G. Accident statistics, accident risks and consequences and accident situations. Linköping 27 March 1987, Statens väg- och trafikinstitut, notat T 12. 40 s.
32. Nilsson, G. Analys av trafikskadade enligt polisen för olika trafikantgrupper under perioden 1970-1986. Linköping 1988-06-29, Statens väg- och trafikinstitut, notat T 34. 39 s.
33. Nilsson, G. Personbilars hastighet som funktion av variabler som beskriver resan, fordonet och bilägaren. Linköping 1989, Statens väg- och trafikinstitut, meddelande 589. 43 s.
34. Nopeusrajoitukset. Helsinki 1983, tie- ja vesirakennushallitus, TVH 741913. 59 s.
35. Onnettomuuskustannukset yksiajorataisilla teillä. Helsinki 1988, tie- ja vesirakennushallitus, liikennetoimisto ja tutkimustoimisto, Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, TVH 741860. 32 s.
36. Peltola, H. Vuodenajan mukaan vaihdettavat nopeusrajoitukset, 1.11-1987 - 29.2.1988 alennettujen nopeusrajoitusten vaikutukset onnettomuuksiin. Espoo 1989, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 722. 31 s.
37. Peltola, H. Tienkäyttäjien mielipiteet nopeusrajoituksista. Osa 1. Tievarsihaastattelu. Espoo 1984, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 408. 24 s.
38. Peltola, H. Tienkäyttäjien mielipiteet nopeusrajoituksista. Osa 2. Postikysely. Espoo 1984, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 431. 30 s.
39. Polvinen, P. Talvikeliön onnettomuusriskit II. Helsinki 1987, tie- ja vesirakennushallitus, liikennetoimisto, TVH 741843. 23 s.

40. Proceedings of roads and traffic safety on two continents in Gothenburg, Sweden, 9-11 September 1987. Linköping 1988, Statens väg- och trafikinstitut, rapport 332A. 259 s.
41. Pursula, M. Nopeusrajoitusarvojen 120 ja 100 km/h vertailu Länsiväylällä Suomenojan mittauspisteessä. Otaniemi 1985, Teknillinen korkeakoulu, liikennetekniikka, tiedote 18. 17 s.
42. Roads and the urban environment. Paris 1975, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 191 s.
43. Roine, M & Kulmala, R. Pääteiden onnettomuusmallit. Yksiajorataisten teiden linjaosuudet taajamien ulkopuolella. Espoo 1990, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 730. 87 s.
44. Salo, J. & Lyly, S. Tieliikenteen pakokaasupäästöt. Otaniemi 1989, Teknillinen korkeakoulu, liikennetekniikka, julkaisu 67. 68 s.
45. Sammanställning av försök med differentierande hastighetsgränser åren 1968-1972. Linköping 1976, Statens väg- och trafikinstitut, Rapport nr 88. 53 s.
46. Salusjärvi, M. Yleinen 80 km/h nopeusrajoitus 1974. Vaikutukset liikennevirran ominaisuuksiin. Otaniemi, syyskuu 1975, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 20. 150 s.
47. Salusjärvi, M. Nopeusrajoituskokeilut Suomen yleisillä teillä. Espoo, helmikuu 1980, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 55. 195 s.
48. Salusjärvi, M., Kulmala, R., Paavilainen, J. Nopeusrajoitusjärjestelmän kehittäminen vuosien 1973-76 nopeusrajoituskokeilusta saatujen tulosten valossa. Espoo, helmikuu 1978, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 38. 122 s.
49. Salusjärvi, M. Riskiluvut liikenneturvallisuustyössä. Espoo 1981, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tiedotteita 45/1981. 76 s.
50. Spolander, K., Laurell, H., Nilsson, G. & Pettersson, H. Bilförarens hastighetsanpassning. Linköping 1979, Statens väg- och trafikinstitut, meddelande nr 151. 73 s.
51. Spolander, K. Bilförarens olyckrisker. En modell testad på män och kvinnor. Linköping 1983. Statens väg- och trafikinstitut, rapport nr 268. 12 s.
52. Suomen ja Ruotsin nopeusrajoitusjärjestelmien vertailu. Helsinki 1985. Tie- ja vesirakennushallitus, liikennetoimisto. 4 s.

53. Summala, H. Nopeusrajoitukset ovat liikenneturvallisuuden välttämätön edellytys. Helsinki 1985, Helsingin yliopisto, liikennetutkimusyksikkö, tutkimuksia 6:1985. 23 s.
54. Thoma, Jörg. Auswirkungen von Tempo 80/120 auf die Verkehrssicherheit. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 35 (1989). 4 s.
55. Tieliikenneonnettomuudet eri nopeusrajoituksilla vuonna 1988. Helsinki 1989, tie- ja vesirakennushallitus, tutkimuskeskus, TVH 741828-88. 21 s.
56. Traffic capacity of major routes. Paris 1983, Organisation for Economic Co-operation and Development. 120 s.
57. Trafikksikkerhetshåndbok. Oslo 1989. Transportøkonomisk institutt. 467 s.
58. Trafiksäkerhetseffekter av den tillfälliga hastighetssänkningen. Borlänge 1990. Vägverket, nr 1990:7. 12 s.
59. Kriterien för bestämmande av hastighet på lanasbygdsrägar mm. Trafiksäkerhetsverket, Trafikmiljö byrån, PM1990:2.
60. Tutkimus vaihtuvien nopeusrajoitusten käytöstä ja edellytyksistä Jorvaksentiellä. 1. vaihe. Nopeusrajoituksen ja sään vaikutus liikennevirtaan. Helsinki 1982. Tie- ja vesirakennushallitus, liikennetoimisto ja Teknillinen korkeakoulu, liikennelaboratorio, TVH 741940. 112 s.
61. Tutkimus vaihtuvien nopeusrajoitusten käytöstä ja edellytyksistä Jorvaksentiellä. 2. vaihe. Nopeusohjauksen periaatteita ja analyysijä nopeusrajoituksen ja sään vaikutus liikennevirtaan. Helsinki 1984. Tie- ja vesirakennushallitus, liikennetoimisto ja Teknillinen korkeakoulu, liikennelaboratorio, TVH 741809. 112 s.
62. Vaihtuva nopeusrajoitus valtatiellä 16 Kylkkälän koulun kohdalla. Helsinki 1985, Tie- ja vesirakennushallitus, käyttöosaston liikennetoimisto, TVH 741817. 13 s.
63. VTIs och TFBs Forskardagar del 1. Linköping 1989, Statens väg- och trafikinstitut, meddelande 590. 295 s.
64. Öberg, G., Carlsen G., Salusjärvi, M. & Skarra, N. Hastighetsbegränsningar och energiförbrukning. Del II. Beräkningsresultat. Linköping 1986, Statens väg- och trafikinstitut, rapport 303. 50 s.



## TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 1/1990 Liikenneonnettomuuksien aikasarjaennuste vuodelle 1990. TIEL 741863
- 2/1990 Liuskapystöjaketentien toiminnasta. TIEL 703344
- 3/1990 Tiepenkereen holvautuminen : teoreettinen osa. TIEL 703343
- 4/1990 Bitumistabilointi : käytännön ohjeita, mitoitus. TIEL 703899
- 5/1990 Sorateiden ylläpidon ohjaus : stokastisen mallin soveltamisesta sorateiden kunnonmittauksiin ja toimenpidesuunnitteluun.
- 6/1990 Rengasmelu ja päällysteet. TIEL 703616
- 7/1990 Talvihoidon laadunseurantajärjestelmän kehittäminen. TIEL 703985
- 8/1990 Tiehankkeiden hyvinvointivaikutusten arviointi. TIEL 703618
- 9/1990 Tienkäyttäjän informoinnin kehittämismahdollisuuksien tarkastelu. TIEL 703987
- 10/1990 Tunneliteiden liikenneteknisen mitoituksen perusteita. TIEL 703620
- 1/1991 Satelliitteihin perustuvasta paikannusjärjestelmästä. TIEL 3200001
- 2/1991 Autokanta ja liikenne OECD-maissa. TIEL 3200002
- 3/1991 Tiesalaojien toimivuus ja kunnossapito. TIEL 3200003
- 4/1991 Suolauksen vaikutukset tienvarsikasvillisuuteen. TIEL 3200004
- 5/1991 Reunapaalujen vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikenneonnettomuuksiin. TIEL 3200005
- 6/1991 Yleiskaavoituksen ja tien yleissuunnittelun kytkentä. TIEL 3200006
- 7/1991 Teiden esisuunnitelu Pohjoismaissa. TIEL 3200007
- 8/1991 Palvelutasomittareiden seuranta tiensuunnittelussa. TIEL 3200008
- 9/1991 Luonnonolojen seuranta tiensuunnittelussa. TIEL 3200009
- 10/1991 Tielaitoksen laatujärjestelmän kehittäminen; suunnittelun laatujärjestelmä, esiselvitys. TIEL 3200010
- 11/1991 Ympäristövaikutusarviot pääsuuntaselvityksissä. TIEL 3200016
- 12/1991 Selvitys nopeuden alentamiskeinoista taajamateillä. TIEL 3203613
- 13/1991 Selvitys nopeusrajoitusten määrittämisestä ja vaikutuksista. TIEL 3200011
- 14/1991 Jalankulkijan ja pyöräilijän vammautumisesta liikennealueilla. TIEL 3200012
- 15/1991 Liikenneinvestoinneista päättäminen, arvio suunnittelunäkemyksestä. TIEL 3200013

ISBN 951-47-4361-X  
ISSN 0788-3722  
TIEL 3200011